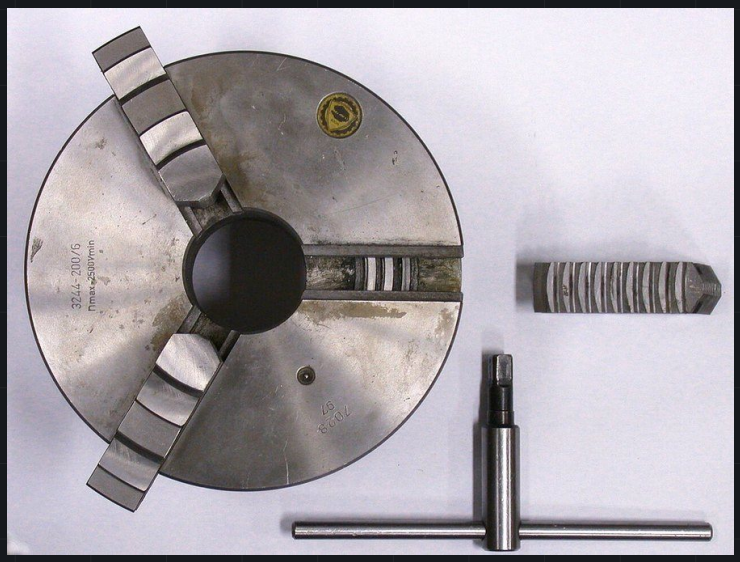
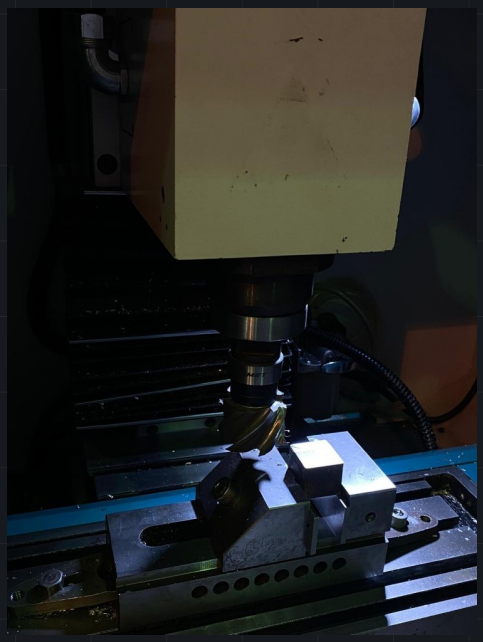
BEZPEČNĚ A PŘESNĚ

Upínání

obrobků a nástrojů na soustruhu i frézce: od šesti stupňů volnosti po rozbor školních dílů





Fotografie: Glenn McKechnie, CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons, a SOŠ Frýdek-Místek, adresy v kapitole Zdroje

Učební materiál pro žáky oboru. Sklíčidla, hroty, lunety, svěrák, upínky, přípravky a upnutí nástrojů, CNC ohledy, kontrola a bezpečnost. Se správnými i špatnými příklady, rozborem čtyř školních dílů, cvičeními a testem s řešením.

Odborný výcvik
Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů

Zpracoval: Michl Ondřej, 2.OZ
Datum: 6. 11. 2026

Obsah

ZÁKLAD

1 Proč se upíná a co se při tom hlídá 3

SOUSTRUH

2 Soustruh: sklíčidla a čelisti 7

3 Desky, hroty, trny, kleštiny a lunety 13

4 Tenké stěny, štíhlé hřídele a přepnutí 19

FRÉZKA

5 Frézka: svěrák a upínky 23

6 Přípravky a speciální upínače 29

NÁSTROJE

7 Upnutí nástrojů 32

CNC A KONTROLA

8 Upnutí na CNC stroji 37

9 Ustavení a kontrola 40

BEZPEČNOST A CHYBY

10 Bezpečnost při upínání 43

11 Typické chyby 47

PRAXE

12 Jak zvolit upnutí a rozbor dílů 49

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ

13 Cvičení a test 55

14 Řešení 57

NA ZÁVĚR

15 Slovníček a zdroje 59

JAK SE S MANUÁLEM UČIT

1. Přečti si kapitolu 1. Bez ní zbytek nedává smysl.
2. Kapitoly 2 až 6 si vezmi podle toho, jestli zrovna děláš na soustruhu nebo na frézce.
3. Kapitolu 10 si přečti každý, bez ohledu na stroj, a vrať se k ní.
4. Rozbory v kapitole 12 si zkus nejprve navrhnout sám a porovnej je.
5. Cvičení a test v kapitole 13 si udělej bez nahlížení. Řešení je až v kapitole 14.

Příručka platí obecně a nepopisuje žádný konkrétní stroj ani řídicí systém. Když se tvůj stroj chová jinak nebo návod uvádí jiné hodnoty, platí návod ke stroji a upínači a pokyn učitele odborného výcviku, zkráceně UOV.

1

ZÁKLAD

Proč se upíná a co se při tom hlídá

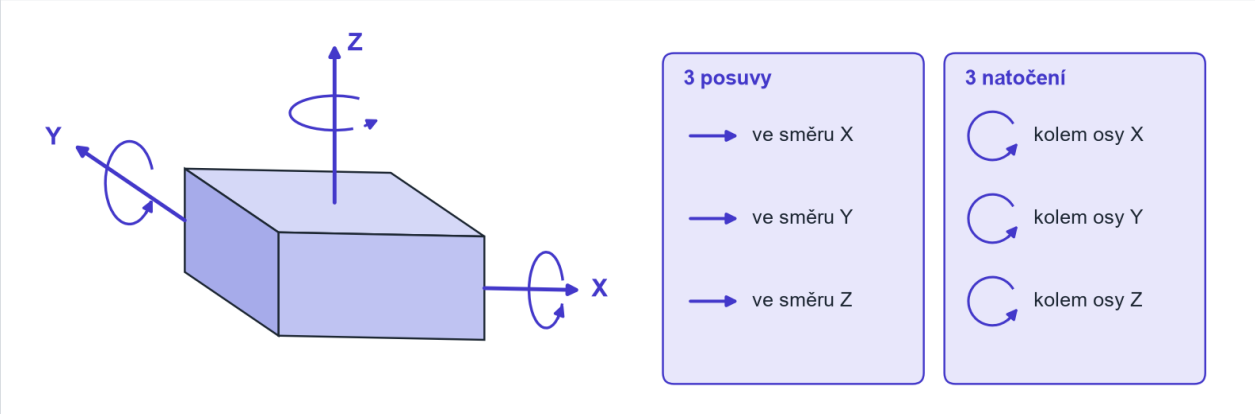
Šest stupňů volnosti, rozdíl mezi ustavením a upnutím, základny, síly při obrábění a zásady dobrého upnutí.

Než se nástroj dotkne materiálu, musí být jasné dvě věci: kde přesně obrobek leží a jestli tam zůstane. To je celé upínání. Špatné upnutí udělá zmetek ve chvíli, kdy je všechno ostatní správně. V horším případě díl vyletí a někoho zraní.

Tahle příručka nepopisuje jeden stroj. Popisuje zásady, které platí na klasickém i CNC stroji. Kdykoli v ní uvidíš zkratku UOV, znamená to **učitel odborného výcviku**. To je člověk, který rozhoduje, jestli je tvoje upnutí v pořádku. Když si nejsi jistý, zastav a ukaž mu to.

Šest stupňů volnosti

Volné těleso se v prostoru může pohybovat šesti nezávislými způsoby: posouvat se ve třech osách a natáčet kolem tří os. Říká se jim stupně volnosti. Upnout obrobek znamená všech šest odebrat, aby se nemohl pohnout ani o kousek.



Obr. 1.1 Šest stupňů volnosti: tři posuvy a tři natočení. Ani jeden z nich nesmí v upnutí zůstat volný.

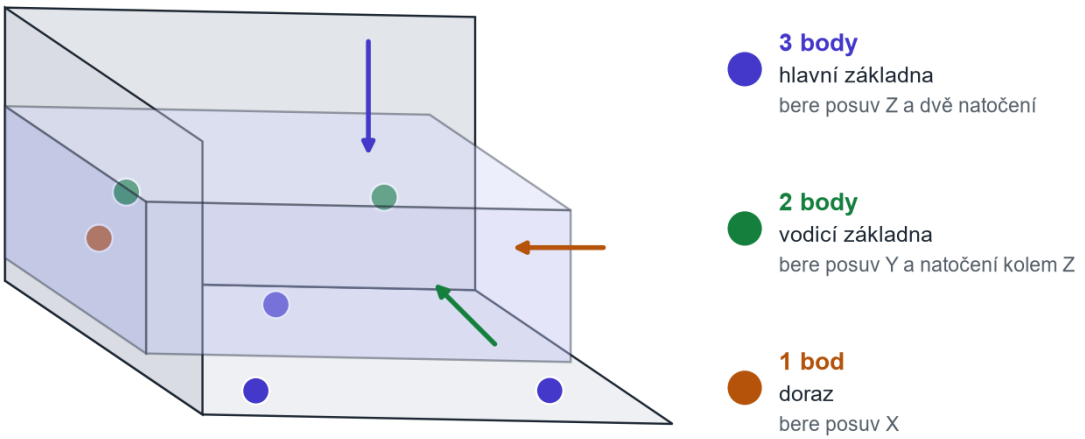
Ustavení a upnutí nejsou totéž

Pojem	Co znamená	Otázka, kterou si polož
Ustavení	Díl dostane přesnou polohu vůči stroji. Řeší to opěrné plochy a dorazy.	Leží díl vždycky na stejném místě?
Upnutí	Síla, která díl v této poloze udrží proti řezu.	Udrží to řezné síly a nezdeformuje se díl?

Nejdřív se díl ustaví, potom se upne. Upínací síla má díl přitlačit na opěry, ne ho z nich odtlačit. Když díl při utahování poskočí, upnutí pokazilo ustavení.

Princip 3-2-1

Obrobek se dá v prostoru jednoznačně určit šesti opěrnými body. Rovinu určí tři body, přímku dva a poslední směr jeden. Tomu se říká princip 3-2-1. Je to základ každého přípravku a v praxi ho potkáš i u svěráku:



Obr. 1.2 Princip 3-2-1. Tři body na největší ploše, dva na delším boku, jeden na konci. Díl má šest bodů a tím je určený, síla ho na ně přitlačí.

Ve svěráku tvoří hlavní základnu podložky pod dílem, vodicí základnu pevná čelist a doraz na boku svěráku určuje polohu v délce.

> **PAMATUJ**
> Víc než šest opor díl nevylepší. Když je plocha hrubá, další opora ho naklopí nebo zkroutí. Proto se na velkých hrubých plochách opírá o vybrané body, ne o všechno.

Základny: od čeho se měří

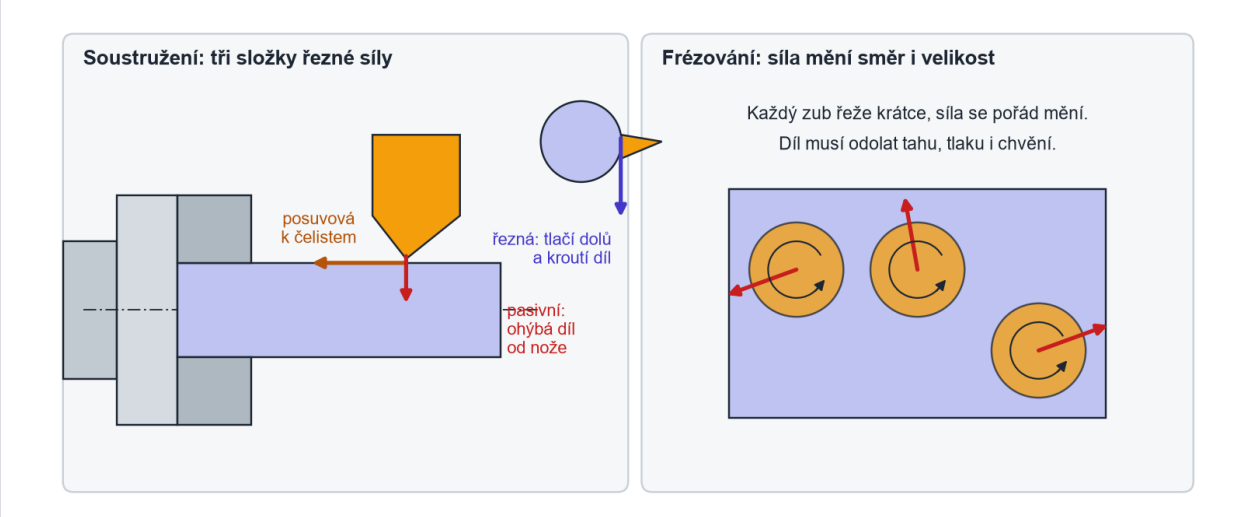
Základna je plocha, přímka nebo osa, od které něco určuješ. Stejný díl má několik druhů základen. Dobré upnutí je drží co nejvíc pohromadě.

Základna	Kde se používá	Příklad
Konstrukční	Na výkrese. Od ní jsou kóty.	Čelo hřídele, od kterého jsou délky
Technologická	Při výrobě. O ni se díl opírá v upnutí.	Spodní plocha desky na podložkách
Měřicí	Při kontrole. Od ní měříš.	Plocha, na kterou přiložíš hloubkoměr

- Když technologická základna není zároveň konstrukční, přenášíš na díl chybu mezi nimi. Proto se upínej k ploše, od které je kótováno, když to jde.
- Hrubá plocha je základna jen pro první operaci. Další upnutí se opírá o plochu už obrobenou.
- U rotačních dílů je základnou často osa. Co musí být souosé, se snaž udělat na jedno upnutí.

Síly při obrábění

Upnutí musí odolat síle, která se při řezu mění. Na soustruhu ji přenášejí čelisti, které se samy točí. Na frézce ji přenášejí svěrák a upínky a nástroj navíc mění směr.



Obr. 1.3 Směry sil při soustružení a frézování. Velikost závisí na hloubce řezu, posuvu, materiálu a stavu břitu.

- Tupý nástroj nebo příliš velký řez zvětší sílu, kterou upnutí musí unést.
- Větší řez vyžaduje tužší upnutí, ne silnější utažení za každou cenu.
- Při frézování zuby narážejí do materiálu jeden po druhém. Slabé upnutí se tím postupně uvolňuje, proto ho kontroluj.

Zásady dobrého upnutí

Zásada	Proč
Čisté plochy	Tříska pod dílem změní polohu i výšku a zmenší dosed.
Dost velká plocha	Malá plocha přenese malou sílu a díl se v ní naklápí.
Opora blízko řezu	Čím blíž je řez upnutí, tím menší ohyb a chvění.
Síla do pevné opory	Řezná síla má jít do pevné čelisti nebo dorazu, ne proti pohyblivému dílu.
Síla přes oporu	Upínka tlačí tam, kde je díl podepřený. Jinak ho prohne.
Přiměřené utažení	Přepnutí deformuje díl i upínač. Předepsaný klíč bez prodloužení.
Volný přístup	Nástroj musí dojet na všechny plochy a nesmí narazit na upínač.
Opakovatelnost	Další kus se má upnout stejně. Pomůžou dorazy a značky.
Kontrola před spuštěním	Klíč pryč, dotaženo, protočeno rukou, nic nezavadí.

POZOR

Upínej, měř a čisti jen při stojícím vřetenu. Na CNC stroji musí být program zastavený. Na běžící stroj se nesahá ani na chvíli.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Obrobek má šest stupňů volnosti a upnutí musí vzít všech šest.
- Ustavení určuje polohu, upnutí ji drží. Upínací síla tlačí díl na opěry.
- Princip 3-2-1: tři body, dva body, jeden bod.
- Upínej k ploše, od které je kótováno. Hrubá plocha je jen pro první upnutí.
- Když si nejsi upnutím jistý, zastav a ukaž ho UOV.

2

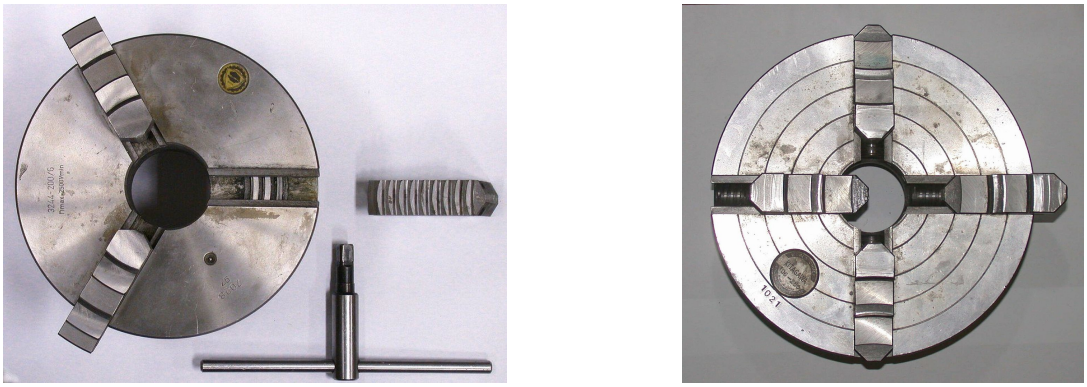
SOUSTRUH

Soustruh: sklíčidla a čelisti

Sklíčidla tříčelisťová a čtyřčelisťová, tvrdé a měkké čelisti, délka upnutí, mezní otáčky a klíč.

Na soustruhu se obrobek točí a má velkou pohybovou energii. Uvolněný díl je to nejnebezpečnější, co se na něm může stát. Proto se sklíčidlu věnuj víc než kterémukoli jinému kousku stroje.

Tříčelisťové a čtyřčelisťové sklíčidlo



Obr. 2.1 Tříčelisťové sklíčidlo s klíčem a vyjmutou čelistí (vlevo). Čtyřčelisťové sklíčidlo, každá čelist je nastavená jinak (vpravo).
Vlastník obrázku: vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThreeJawChuckKey.jpg; vpravo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FourJawChuckIndependent.jpg

	Tříčelisťové	Čtyřčelisťové nezávislé
Jak pracuje	Klíč otáčí spirálou a všechny čelisti jdou společně k ose.	Každá čelist má vlastní šroub a stavíš ji zvlášť.
Pro jaké díly	Kulatina a šestihran.	Čtyřhran, nepravidelné díly, přesné vyrovnání.
Přesnost	Podle stavu sklíčidla. Zdroj uvádí kolem 0,08 mm u kvalitního a 0,25 mm i víc u levného. Přesnou hodnotu neznáš, dokud nezměříš.	Tak přesná, jak ji vyrovnáš úchylkoměrem. Zabere to víc času.
Rychlost	Velmi rychlé upnutí.	Pomalejší.

	Tříčelisťové	Čtyřčelisťové nezávislé
Na co dát pozor	Po přepnutí se soustřednost nezachová, musíš ji změřit.	Mimo osu je díl nevyvážený. Začni na nízkých otáčkách.

PAMATUJ

Čelisti spirálového sklíčidla jsou číslované a nasazují se popořadě. Každá má závit posunutý jinak. Když je nasadíš špatně, nesejdou se v ose a díl nesevřou. Výměnu dělej podle návodu a s UOV.

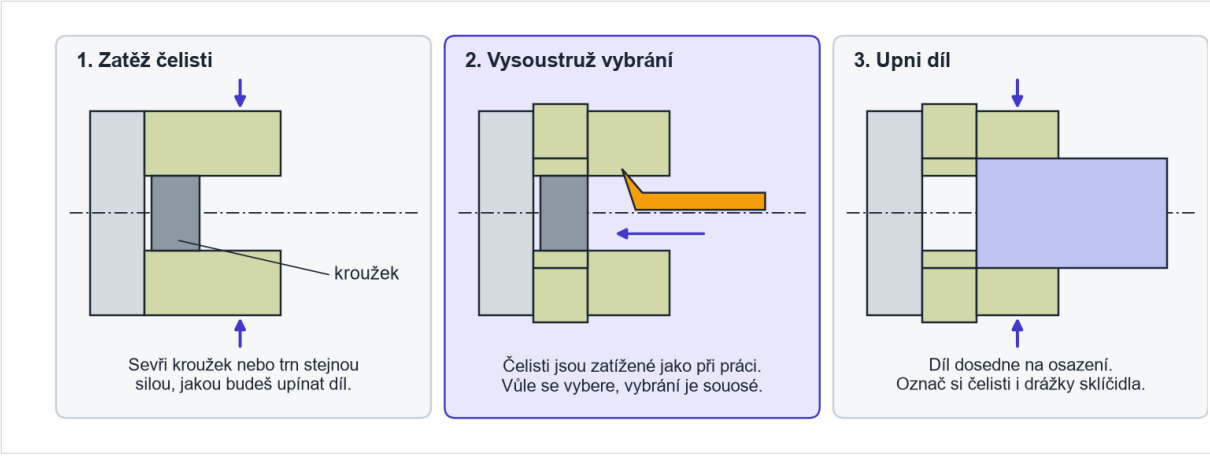
Tvrdé a měkké čelisti

Tvrdé čelisti jsou kalené. Mají ozubení nebo drážky, které se zakousnou i do hrubého povrchu. Tím ale otlačí každou hotovou plochu. Měkké čelisti nejsou kalené a soustruží se přímo na stroji na průměr dílu. Mají velkou dotykovou plochu a hotový povrch neotlačí.

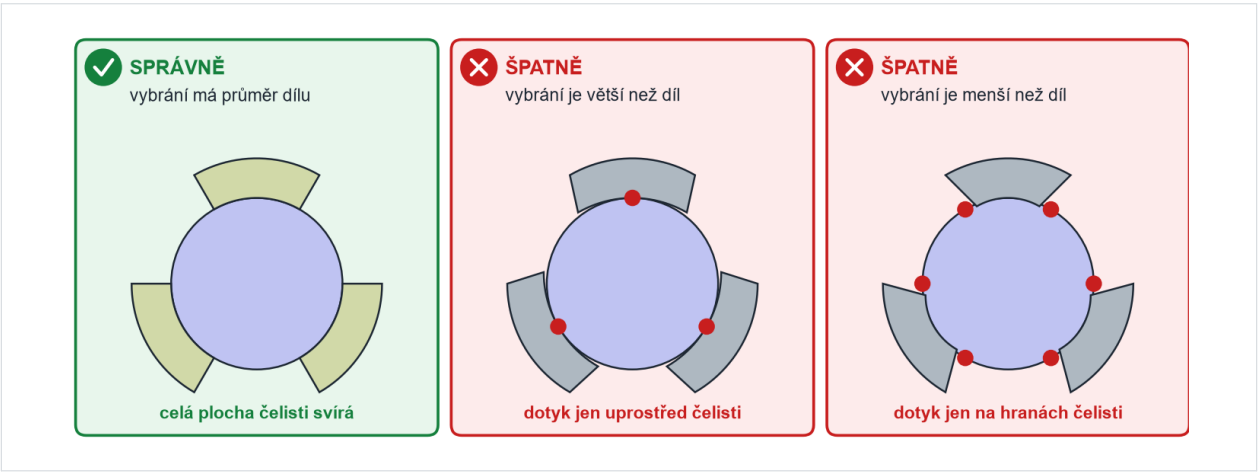
	Tvrdé čelisti	Měkké čelisti
Upínaný povrch	Hrubý polotovar	Hotový průměr, tvarový díl
Stopy na dílu	Zůstanou	Žádné nebo malé
Soustřednost	Podle stavu sklíčidla	Vysoká, protože jsou vysoustružené na tomtéž stroji
Příprava	Nasadit a upnout	Vysoustružit na průměr, označit polohu
Použití	První upnutí, hrubování	Přepnutí, série, díly citlivé na otlačení

Vybrání měkkých čelistí v kostce

Měkké čelisti se nebrousí, ale vysoustruží. V dílně se tomu říká vybrání. Jde o to, aby čelisti měly stejný průměr jako díl a aby byly při obrábění zatížené stejně jako potom při práci.



Obr. 2.2 Postup vysoustružení měkkých čelistí. Sílu sevření volíš stejnou, jakou budeš upínat díl.

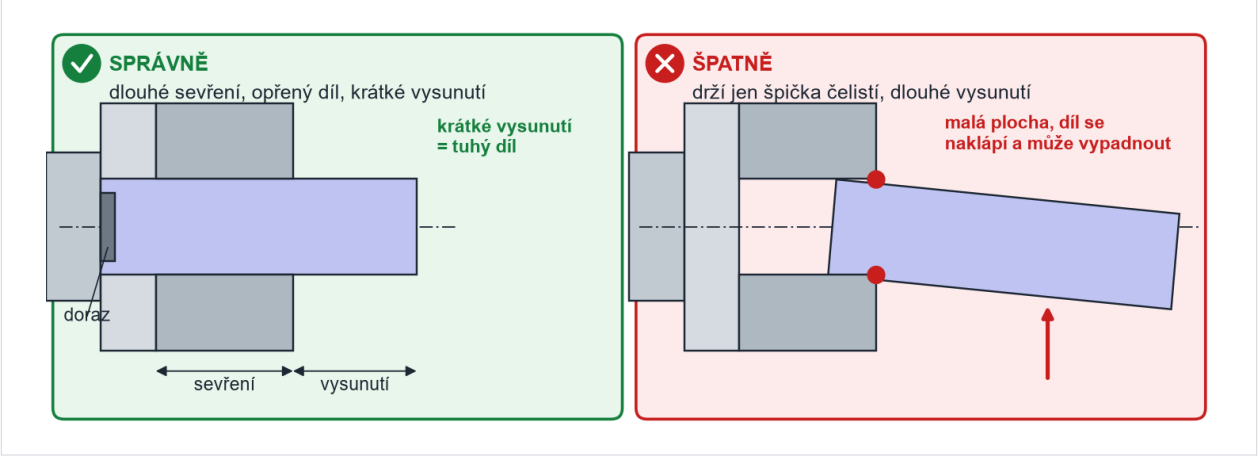


Obr. 2.3 Průměr vybrání musí odpovídat dílu. Červené body ukazují, kde se čelist dotýká dílu, když je vybrání špatně. Přesnou hodnotu si řekni s UOV.

- Čelisti označ, aby se vracely do stejných drážek. Poloha se nemění.
- Vybrání soustruž malými řezy a průměr průběžně měř. Po vyjmutí kroužku upni díl a změř házení.

Délka upnutí a vysunutí

Vysunutí je délka, kterou díl vyčnívá z čelistí. Čím je delší, tím víc se díl při řezu ohýbá a chvěje. Sevření je délka v čelistech. Čím je delší a rovnoměrnější, tím líp díl drží. Chceš tedy co nejdelší sevření a co nejkratší vysunutí, jaké dovolí práce.

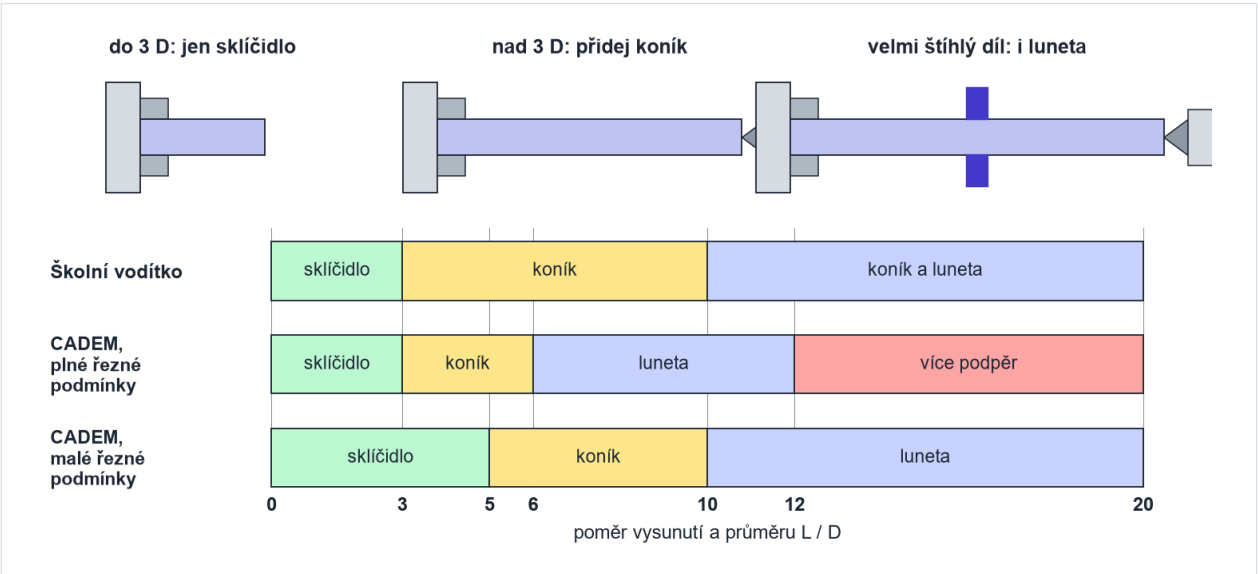


Obr. 2.4 Správně je díl zasunutý do čelistí a opřený. Špatně drží jen špičky čelistí a díl se může naklopit. Sklon je zvětšený.

- Díl zasuň tak hluboko, jak to dovolí práce. Opři ho o doraz nebo čelo čelistí.
- Čelisti nesmí svírat přes hranu, osazení nebo zkosení. Svírají jen po rovné ploše.
- Pevné číslo pro délku sevření použité zdroje nedávají. Rozhoduje průměr, řez a otáčky, proto ji u krátkého sevření vždy ukaž UOV.
- Čelisti nesmí vyčnívat za obvod sklíčidla víc, než dovoluje výrobce. U velkého průměru použij obrácené čelisti, aby každá čelist zabírala do spirály co nejvíc.

Pravidlo poměru délky a průměru

Štíhlost obrobku se posuzuje poměrem L / D. L je vysunutí od čelistí a D je průměr. Není to zákon, je to vodítko. Školní materiál pro 2. ročník říká: nad trojnásobek průměru podepři koníkem, nad desetinásobek lunetou. Stejnou hranici 3 D uvádí i průmyslové zdroje, liší se ale u lunety.



Obr. 2.5 Porovnání vodítek. CADEM doporučuje plnou podporu dřív, když jedeš plné řezné podmínky. Čím větší řez, tím dřív podepři.

L / D = vysunutí / průměr

Příklad: Ø30 vysunutý 120 mm: 120 / 30 = 4, nad 3, proto podepři koníkem

POZOR

Počítej s nejmenším průměrem, který v daném místě vznikne. Díl Ø30 se po osoustružení na Ø15 chová jako Ø15. Měkký materiál a malý řez dovolí víc, houževnatá ocel a hrubování méně. Rozhoduje UOV.

Na stojícím stroji můžeš štíhlost odhadnout i rukou: lehce zatlač na volný konec. Když je vidět pohyb, díl potřebuje podpěru. Zkoušej to jen při zastaveném vřetenu.

Mezní otáčky a odstředivá síla

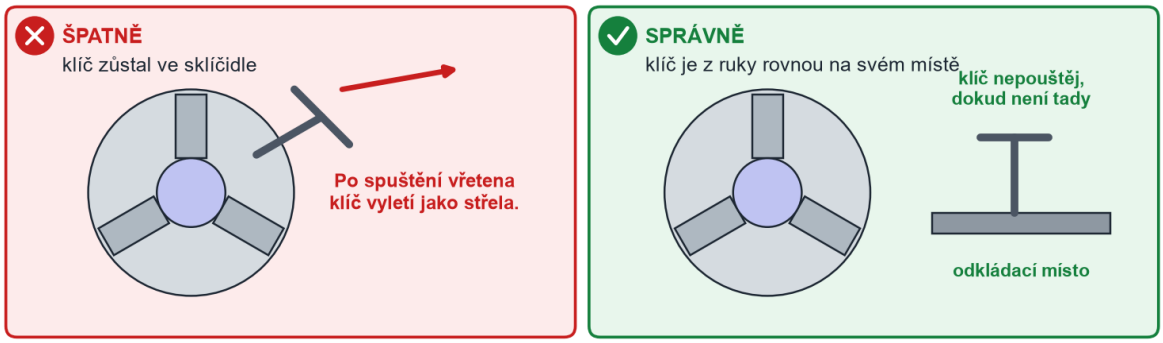
Čelisti mají hmotnost. Když se sklíčidlo točí, odstředivá síla je táhne ven. Při upnutí zvenku tím část upínací síly mizí. Odstředivá síla roste s druhou mocninou otáček: dvojnásobné otáčky znamenají čtyřnásobnou sílu.

- Mez otáček je vyznačená na sklíčidle nebo v jeho dokumentaci. Nikdy ji nepřekračuj. Platí nižší z mezí stroje a sklíčidla.
- Těžší, vyšší nebo víc vysunuté čelisti mez snižují. Výrobci proto chtějí otáčky snížit.
- Výrobci uvádějí mez pro dobře vyvážený díl. Nevyvážený díl sníží upnutí a chvěje se.
- Čtyřčelisťové sklíčidlo často pevnou mez nemá, protože drží různé díly. Začni nízko a zvyšuj opatrně.
- Nedomazané sklíčidlo ztrácí upínací sílu, protože ji sežere tření. Výrobci uvádějí pokles i o polovinu. Mazání je bezpečnostní věc, drž se návodu.

POZOR

Pozor na konstantní řeznou rychlost. Když se nástroj blíží k ose, otáčky rostou. Bez nastaveného omezení by mohly překročit mez sklíčidla.

Klíč ve sklíčidle



Obr. 2.6 Zapomenutý klíč při spuštění vyletí. Pravidlo je jednoduché: z ruky ho pouštíš, až když je na svém místě.

- Klíč nepouštěj, dokud je ve sklíčidle. Po dotažení ho rovnou vrať.
- Pokud je k dispozici, používej klíč s pružinou, který ze sklíčidla sám vyskočí.
- Utahuj klíčem, který patří ke sklíčidlu. Trubka na klíči je zakázaná.
- Než spustíš vřeteno, podívej se na sklíčidlo: klíč tam není.
- Kryt sklíčidla neobcházej. Chrání tě před třískami, emulzí i dotykem.



Obr. 2.7 Soustruh ve školní dílně oboru. Sklíčidlo je zakryté krytem.
Vlastník obrázku: Střední odborná škola - Frýdek-Místek, web sosfm.cz, stránka oboru Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů, galerie

CO SI ZAPAMATOVAT

- Tříčelisťové sklíčidlo díl samo vystředí, čtyřčelisťové vyrovnáš úchylkoměrem.
- Tvrdé čelisti na polotovar, měkké na hotovou plochu.
- Co nejdelší sevření, co nejkratší vysunutí.
- Nad 3 D přidej koník, u velmi štíhlých dílů i lunetu. Rozhoduje UOV.
- Mez otáček sklíčidla se nepřekračuje. Klíč se nepouští.

3

SOUSTRUH

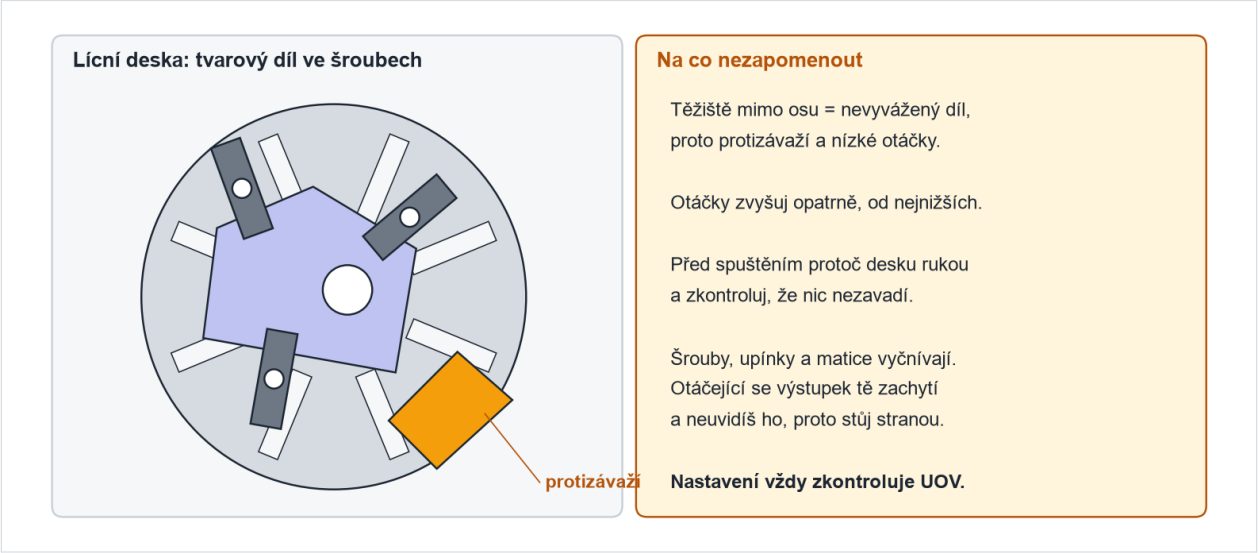
Desky, hroty, trny, kleštiny a lunety

Lícní a unášecí deska, hroty, srdce, středicí důlek, trny, kleštiny, koník, lunety a vyrovnání úchylkoměrem.

Sklíčidlo není jediný způsob, jak upnout díl na soustruhu. Když má díl tvar, velikost nebo požadavek na přesnost, které sklíčidlo neumí, přichází na řadu další upínače.

Lícní deska

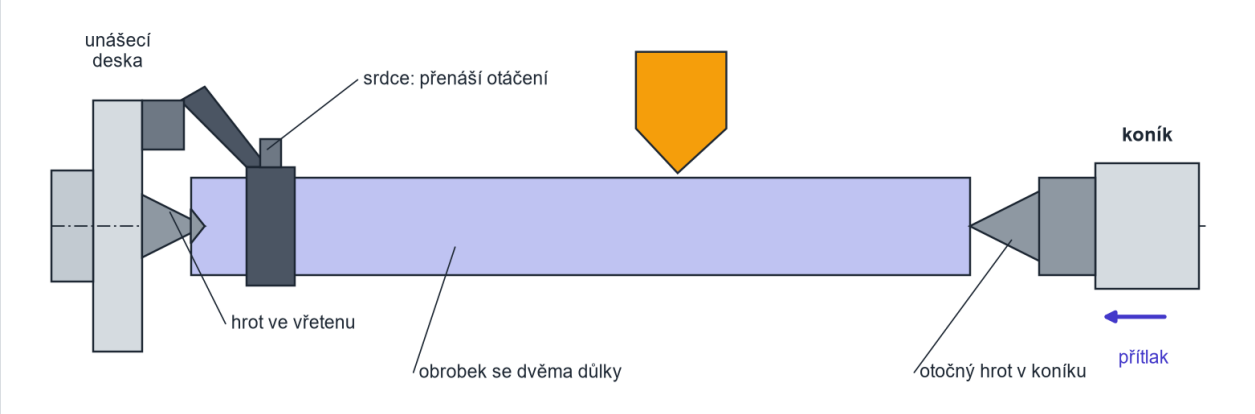
Lícní deska se nasazuje na vřeteno místo sklíčidla. Má drážky pro šrouby a kameny. Upevňují se na ni velké a nepravidelné díly, které by se do čelistí nevešly.



Obr. 3.1 Lícní deska s nepravidelným dílem, upínkami a protizávažím. Nastavení je pomalé, proto se používá hlavně tam, kde sklíčidlo nestačí.

Unášecí deska, hroty a srdce

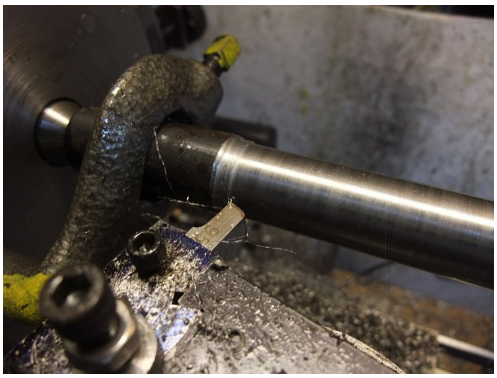
Mezi hroty je díl podepřený na obou koncích a osa vede přes dva středicí důlky. Sám se ale netočí. Otáčení přenáší unášecí srdce přišroubované na díl, které zapadne do unášecí desky. Protože osa je daná důlky, díl po otočení zůstane souosý. Proto se tak obrábějí hřídele, kde musí být obě strany přesně v ose.



Obr. 3.2 Upnutí mezi hroty. Hrot ve vřetenu se točí s dílem, hrot v koníku ho přitlačuje.

Srdce se nasadí a zašroubuje na konec dílu, ocásek zapadne do unášecí desky. Protože trčí, jedná se o nebezpečnou rotující část.

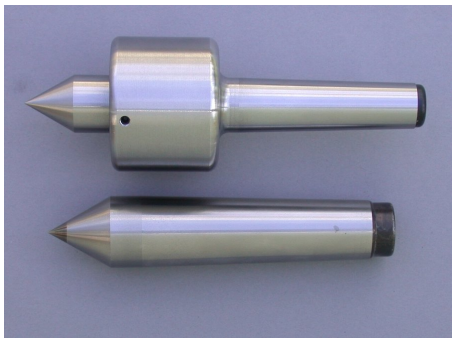
- Na hotovou plochu dej pod šroub měkkou vložku, jinak ji otlačí.
- Srdce nesmí zavadit o suport ani nůž.
- Zůstaň stranou roviny otáčení.



Obr. 3.3 Unášecí srdce při soustružení mezi hroty. *Vlastník obrázku: David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lathe_Dog_in_Use.jpg*

Pevný a otočný hrot

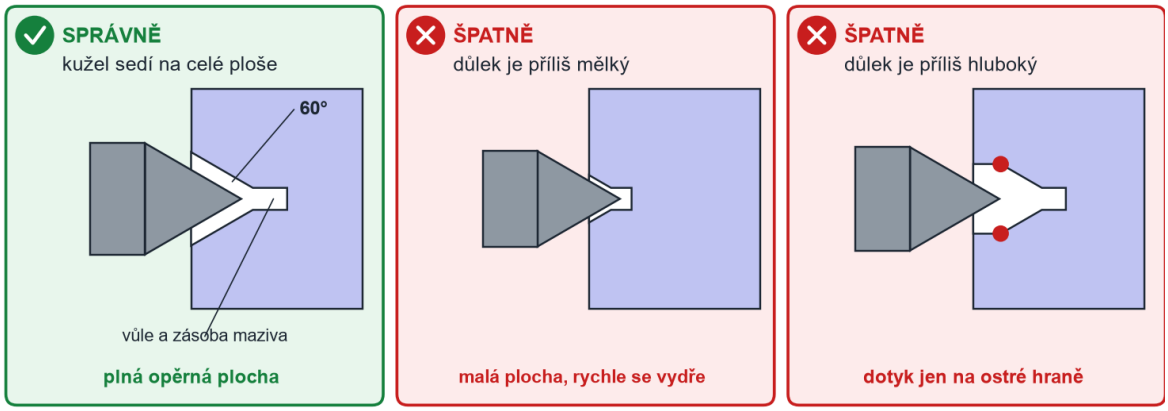
- **Pevný hrot** se netočí. Důlek se musí mazat, jinak se zadře. Je přesný, ale při vysokých otáčkách se přehřívá.
- **Otočný hrot** běží v ložiskách a točí se s dílem. Mazat důlek nepotřebuje a snese vyšší otáčky, proto je nejběžnější. Je větší a může překážet noži.



Obr. 3.4 Hroty do koníku: otočný (nahoře) a pevný (dole).
Vlastník obrázku: Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CenterLiveDead.jpg

Středicí důlek

Důlek je kuželové vybrání v čele dílu, do kterého zapadne hrot s vrcholovým úhlem 60°. Dělá se navrtávákem, který vytvoří kužel a před ním malou díru. Ta slouží jako vůle pro špičku hrotu a jako zásobník maziva.



Obr. 3.5 Hrot má dosedat na kužel celou plochou. Mělký důlek má malou plochu a hluboký drží jen na hraně.

- Nejdřív zarovnej čelo. Na nerovném čele navrtávák uhne.
- Navrtávej malým posuvem a s otáčkami podle průměru navrtáváku.
- Zdroj doporučuje navrtat asi do dvou třetin délky kužele navrtáváku. Ověř to s UOV.
- Před nasazením hrot i důlek očisti. Tříska v důlku posune osu.

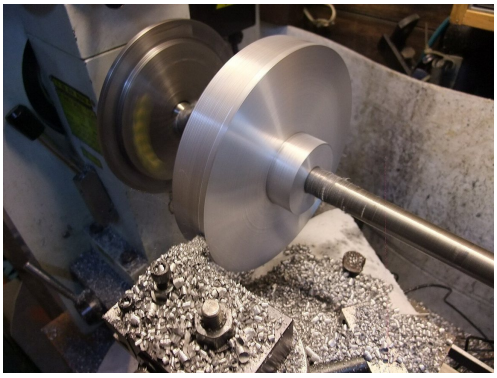
> **POZOR**
> Důlek na díle zůstává. Když ho výkres nepovoluje, zeptej se UOV. Může pomoct přídavek, který se nakonec odstraní, nebo jiné upnutí.

Trny

Trn drží díl za díru. Hodí se na pouzdra a kotouče, kde musí být vnější průměr souosý s dírou. Pevný trn má nepatrný kužel, na který se díl nasadí. Rozpínací trn se v díře rozepne a svírá ji po obvodu, je šetrnější k tenkým stěnám. Obojí přenese menší krouticí moment než sklíčidlo, proto se jede menším řezem.

Kotouč na trnu se soustruží tak, aby vnější průměr vyšel souosý s dírou. Díra musí být hotová a čistá. Díl se na trn nasadí bez násilí a trn se nesmí poškodit.

- Díra určuje přesnost. Vadná díra znamená vadný vnější průměr.
- Směr řezu vol tak, aby díl nesjížděl z kužele.
- Moment je omezený. Hrubuj malým řezem.



Obr. 3.6 Soustružení kotouče nasazeného na trnu. *Vlastník obrázku: David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turning_on_a_Mandrel.jpg*

Kleštiny na obrobek

Kleština je rozříznuté kuželové pouzdro. Když ji pouzdro vtáhne nebo přitlačí do kužele, sevře díl po celém obvodu. Díl neotlačuje na třech místech a drží velmi soustředně. Používá se pro přesný tyčový materiál menších průměrů a pro série.

- Kleština je stavěná na určitý průměr. Mimo něj díl drží špatně a sama se poškodí.
- Polotovar s velkou tolerancí nebo vadou tvaru patří do čelistí.
- Kleštinu i kužel udržuj čisté. Tříska v drážce zničí přesnost.

Koník

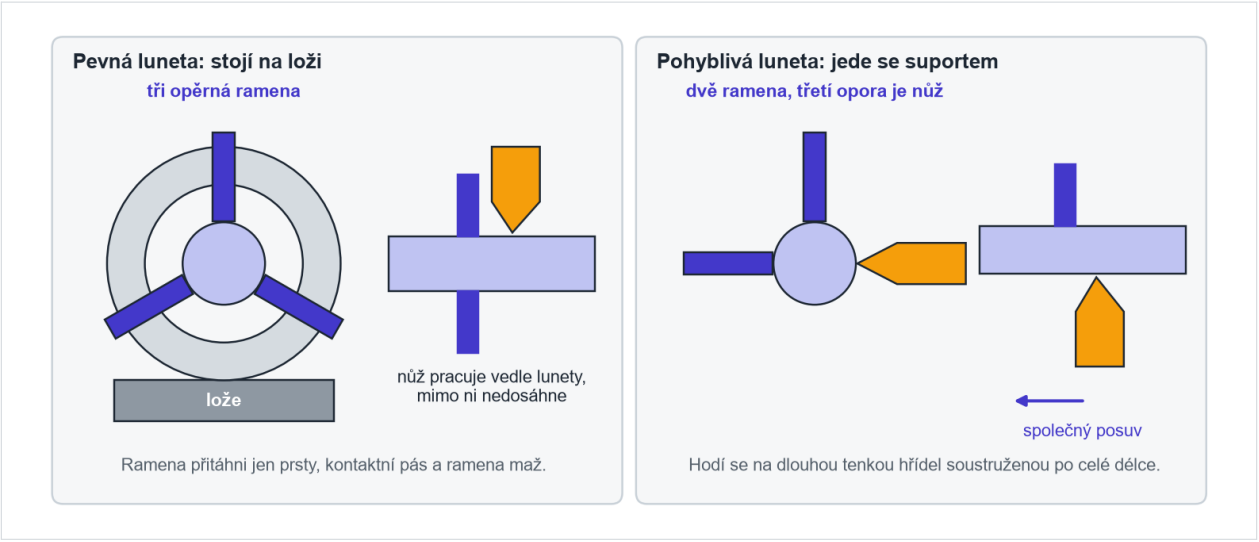
Koník podpírá volný konec hrotem. Správně nastavený koník dělá z vetknutého dílu díl podepřený na obou stranách.

1. Odjeď nožem, očisti lože pod koníkem, hrot i důlek.
2. Pinolu zasuň co nejvíc, koník přisuň a zajisti k loži. Dlouhá vysunutá pinola je pružná.
3. Vysuň pinolu do důlku a přitlač. U otočného hrotu platí: když ho rukou protočíš, přítlak nestačí.
4. Zajisti pinolu. Přítlak nepřeháněj, velký přítlak díl prohne a prodlouží.

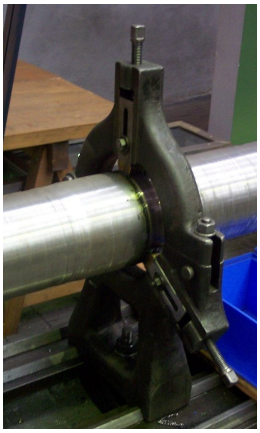
TIP

U pevného hrotu se díl řezem zahřívá a prodlužuje. Přítlak během práce kontroluj, jinak se hrot zadře.

Luneta pevná a pohyblivá



Obr. 3.7 Pevná luneta stojí na loži a drží díl na místě. Pohyblivá je na suportu a jede s nožem.





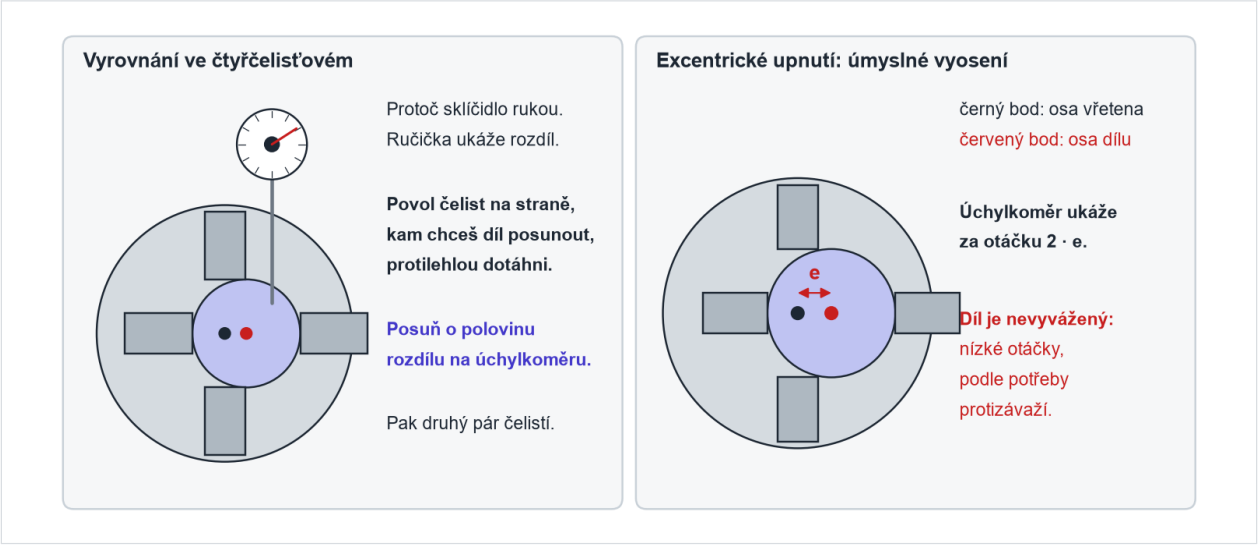
Obr. 3.8 Pevná luneta podpírá hřídel na soustruhu (vlevo). Pevná luneta se sklopným horním dílem a třemi rameny (vpravo).
Vlastník obrázku: vlevo Stahlkocher, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lünette_Drehmaschine.jpg; vpravo RichterLünetten, původní nahrání na německou Wikipedii, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0 de, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luenette_mit_klappbarem_oberteil.jpg

Pevná luneta potřebuje hladký kruhový pás, po kterém ramena jedou. Pohyblivá jede po právě soustruženém povrchu těsně za nožem.

SPRÁVNĚ	ŠPATNĚ
Ramena sotva dosedají a jsou zajištěná. Díl jde protočit rukou.	Ramena dotažená klíčem. Díl se zařezává a ložiska zničí.
Luneta je blízko místa řezu, díl je nasazený mezi sklíčidlo a koník.	Luneta na neobrobené a nekulaté ploše, díl pod ní skáče.
Patky jsou namazané. Ramena jsou po nastavení zajištěná.	Kluzné patky nasucho. Díl se přehřeje a poškrábe.

Vyrovnání úchylkoměrem a házení

Házení je rozdíl, který ukáže úchylkoměr za jednu otáčku. Měří se při otáčení sklíčidla rukou, nikdy na běžícím vřetenu. Měř co nejblíž čelistí a potom na konci dílu.



Obr. 3.9 Vyrovnání a úmyslné vyosení ve čtyřčelisťovém sklíčidle. Vyosení je pro názornost velké.

Postup ve čtyřčelisťovém

1. Podle soustředných kružnic na čele sklíčidla postav čelisti stejně a díl lehce sevři.
2. Přilož úchylkoměr kolmo k dílu co nejblíž čelistem. Nech si rezervu zdvihu.
3. Protoč rukou a zastav na největší hodnotě.
4. Povol čelist na straně, kam chceš díl posunout, a protilehlou dotáhni. Posun je polovina rozdílu.
5. Stejně vyřiď druhý pár. Díl se hýbe jen ve směru čelistí.
6. Dotáhni všechny čelisti a znovu přeměř.

Excentrické upnutí

Občas se osa dílu záměrně posouvá mimo osu vřetena, třeba pro vyosený čep. V nezávislém sklíčidle to jde. Úchylkoměr při tom ukazuje dvojnásobek vyosení: když chceš vyosení e = 2,5 mm, nastavíš rozdíl 5,0 mm.

rozdíl na úchylkoměru = 2 · e

vyosení e je polovina rozdílu za jednu otáčku

- Díl je nevyvážený. Jeď nízké otáčky, podle potřeby přidej protizávaží.
- Před spuštěním protoč rukou celou otáčku. Vyosený díl vyžaduje víc místa kolem.
- Čelisti musí díl držet všemi plochami. Velké vyosení znamená menší dosed na jedné straně.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Lícní deska je na velké tvarové díly. Hlídej vyvážení a nízké otáčky.
- Mezi hroty drží osu důlky. Srdce přenáší otáčení a trčí.
- Pevný hrot se maže a je přesný, otočný je běžný.
- Pevná luneta stojí, pohyblivá jede s nožem. Ramena se jen dotýkají.
- Vyosení je polovina rozdílu na úchylkoměru.

4

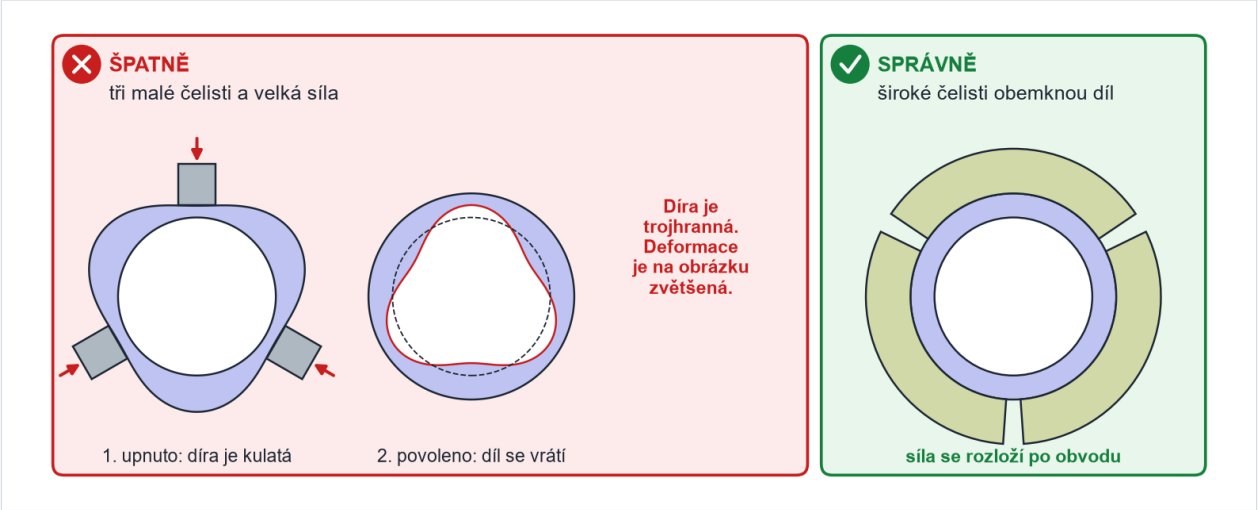
SOUSTRUH

Tenké stěny, štíhlé hřídele a přepnutí

Tenkostěnné díly, dlouhé štíhlé hřídele, přepnutí na druhou stranu a upnutí bez poškození povrchu.

Dosud šlo o to, aby díl neuletěl. Tady jde o to, aby se nezdeformoval a aby druhá strana seděla na první. Tyhle chyby se v dílně nevidí hned. Ukáže je až měření po povolení čelistí.

Tenkostěnný díl a deformace

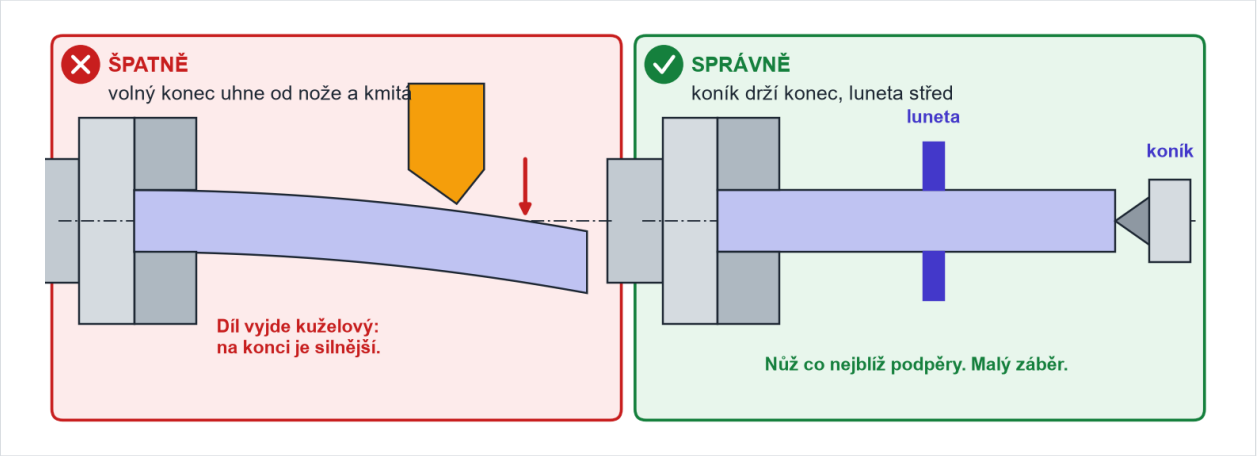


Obr. 4.1 Čelisti díl při upnutí mírně stlačí. Díra se vysoustruží kulatá, ale po povolení se díl vrátí a díra je trojhranná. Vpravo široké čelisti rozloží sílu.

Chyba se nedá odhalit měřením v upnutí. Měř po povolení. Z tohoto důvodu dělají tenkostěnné díly začátečníkům největší potíže.

Řešení	Jak pomáhá	Na co dát pozor
Široké obvodové čelisti	Obejmou díl po velké části obvodu a síla se rozloží.	Musí být vysoustružené na průměr dílu.
Kleština	Svírá po celém obvodu.	Jen pro daný průměr.
Rozpínací trn	Drží díl za díru po obvodu.	Přenese menší moment.
Zátka uvnitř	Vnitřní výztuha, čelisti tlačí proti ní.	Musí přesně sedět a nesmí překážet nástroji.
Menší upínací síla	Menší deformace.	Menší řez a nižší otáčky, drž díl bezpečně.
Dvě fáze	Nejdřív hrubuj. Potom uvolni a lehce dotáhni na dokončení.	Uvolňuje se i pnutí v materiálu. Proveď s UOV.

Dlouhá štíhlá hřídel a chvění



Obr. 4.2 Bez podpěry se díl odtlačuje od nože. Konec vyjde silnější a povrch se chvěje. S koníkem a lunetou se ohyb zmenší.

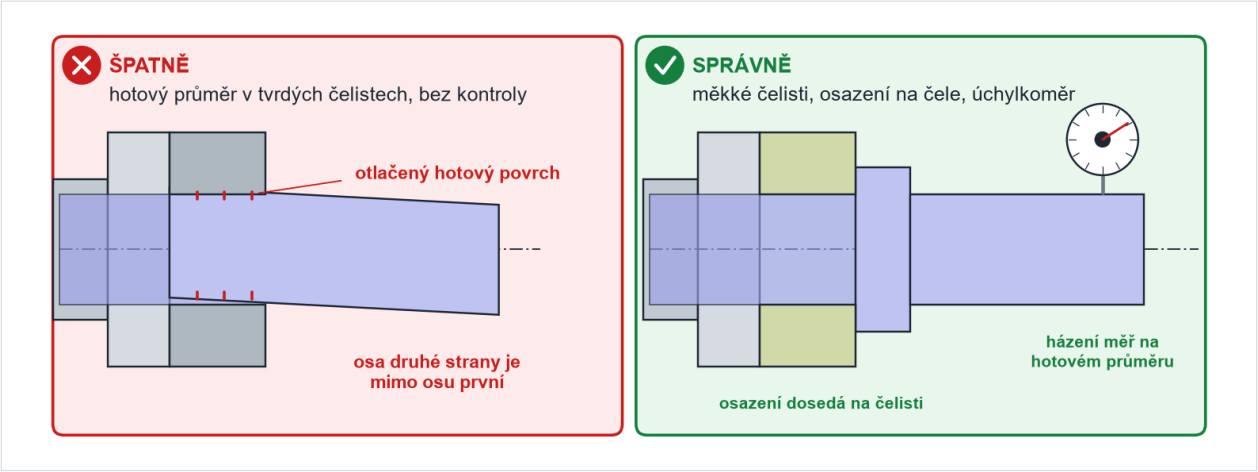
Štíhlá hřídel je pružina. Nůž ji odtlačí a znova se vrátí, vzniká chvění. Nejdřív řeš tuhost a až potom řezné podmínky.

Co změnit	Proč to pomáhá
Přidat koník, lunetu	Zkrátí se volná délka. Ohyb klesá s třetí mocninou délky.
Zkrátit vysunutí	Totéž. Každý milimetr navíc se počítá.
Nůž s úhlem nastavení 90° a malým rádiusem	Menší síla do strany, díl se tolik netlačí.
Ostrý břit, menší hloubka řezu	Menší řezná síla.
Změnit otáčky nebo posuv	Kmitání se dá přeladit. Zkus to až po tuhosti.
Nejprve tenký konec, silný materiál nechat u čelistí	Díl zůstane co nejdéle tuhý.

> **POZOR**
> Tyč nesmí bez podávacího zařízení nebo opory vyčnívat za vřeteník. Při otáčkách se ohne, rozkmitá a zasáhne okolí. Tyč zkraťˇ, použij vodicí trubku a takové otáčky, které UOV povolí.

Přepnutí a druhá strana

Přepnutí je chvíle, kdy obrobek otočíš a upneš za jinou plochu. Každé přepnutí je nové ustavení a osa se téměř vždy trochu posune. Proto se plánuje.



Obr. 4.3 Vlevo tvrdé čelisti otlačí hotový povrch a osa se rozejde. Vpravo měkké čelisti, díl dosedá osazením a házení se změří.

1. Rozhodni, co musí být souosé. Když to jde, obrob to na jedno upnutí.
2. Udělej nejdřív stranu, která dá dobrou plochu pro přepnutí.
3. Pro druhou stranu použij měkké čelisti, kleštinu nebo pouzdro.
4. Díl opři o čelisti nebo doraz hotovým čelem. Tím máš délku.
5. Změř házení na hotovém průměru. Když nestačí, vyrovnej nebo použij čtyřčelisťové.
6. Znovu zarovnej čelo a nastav nulu v ose Z. Celkovou délku měř od hotové plochy.

Upnutí bez poškození plochy

Každá čelist nechává stopu. Na hrubém polotovaru to nevadí, na hotovém rozměru ano. Plochu chraň, ale nezapomeň, že každá vložka může zmenšit sevření.

Prostředek	Kde se hodí	Pozor
Měkké čelisti	Soustruh, přepnutí	Musí být na průměr dílu
Dělené pouzdro	Hotový průměr, tenké díly	Přesný rozměr, rozložená síla
Vložka z měkkého plechu	Malá jednotlivá práce	Zmenšuje přesnost, může klouzat. Jen po dohodě s UOV
Měkké čelisti na svěrák	Frézka, hotová plocha	Mohou držet slaběji, ověř
Podložka pod upínku	Měkký nebo hotový povrch	Nesmí se zborcit ani vypadnout

> **POZOR**
> Závit přímo do čelistí neupínej. Sevřeš vrcholy závitu a zničíš ho. Když není zbytí, použij dělené závitové pouzdro nebo jiné řešení podle UOV.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Tenkostěnný díl se v čelistech deformuje. Měř po povolení.
- Rozlož sílu po obvodu: široké čelisti, kleština, trn nebo zátka.
- Štíhlá hřídel potřebuje tuhost dřív než nové otáčky.
- Co musí být souosé, udělej na jedno upnutí. Přepnutí vždy zkontroluj.
- Hotovou plochu chraň, ale ověř, že díl pořád drží.

FRÉZKA

5 Frézka: svěrák a upínky

Seřízení a správné použití svěráku. Upínky na stole, poměr šroubu a podpěry, T-drážky a stupňovité podložky.

Na frézce se díl netočí, zato síla mění směr a nástroj se pohybuje přímo nad upínačem. Nejběžnější je svěrák. Co se do něj nevejde, se upne přímo na stůl upínkami.

Strojní svěrák

Svěrák má pevnou čelist, která určuje polohu, a pohyblivou, která tlačí. Je přesně broušený a přišroubovaný ke stolu. Pohyblivá čelist se může lehce naklopit, aby sevřela plochy, které nejsou přesně rovnoběžné. Z toho vzniká jedna z hlavních chyb, vysvětlíme ji níže.

Kolik má být nad čelistmi

Zdroj Introduction to Machining radí nechat nad čelistmi jen hloubku vnějšího řezu a navíc nejvýše 1/8 palce, tedy asi 3 mm. Tím je díl sevřený co nejvíc a má největší opěrnou plochu. Fréza se přitom nesmí dotknout čelistí, proto rezervu nezmenšuj.

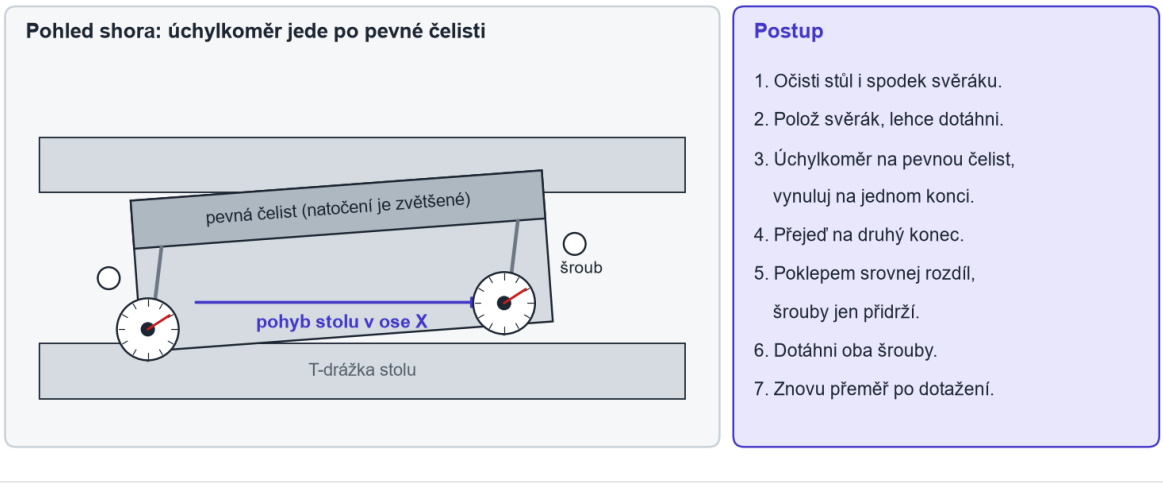
výška nad čelistmi = hloubka vnějšího řezu + asi 3 mm

příklad: osazení 8 mm po ofrézování 2 mm: 10 + 3 = 13 mm nad čelistmi

TIP

Pevná čelist určuje polohu dílu. Otoč díl tak, aby řezná síla šla do pevné čelisti. Pohyblivá čelist drží hlavně třením a šroubem.

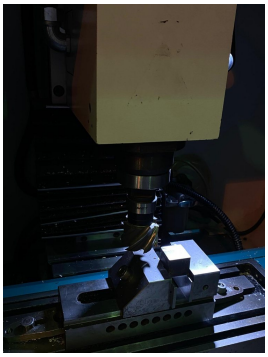
Seřízení svěráku proti ose



Obr. 5.1 Ustavení svěráku úchylkoměrem. Po dotažení šroubů znovu přeměř, dotažení polohu může změnit.

Po přišroubování musí být pevná čelist rovnoběžná s osou stolu. Neber to jako hotovou věc. Svěrák mohl někdo posunout nebo o něj zavadit. Rychlá kontrola před důležitou prací trvá pár minut a chrání celý výsledek.

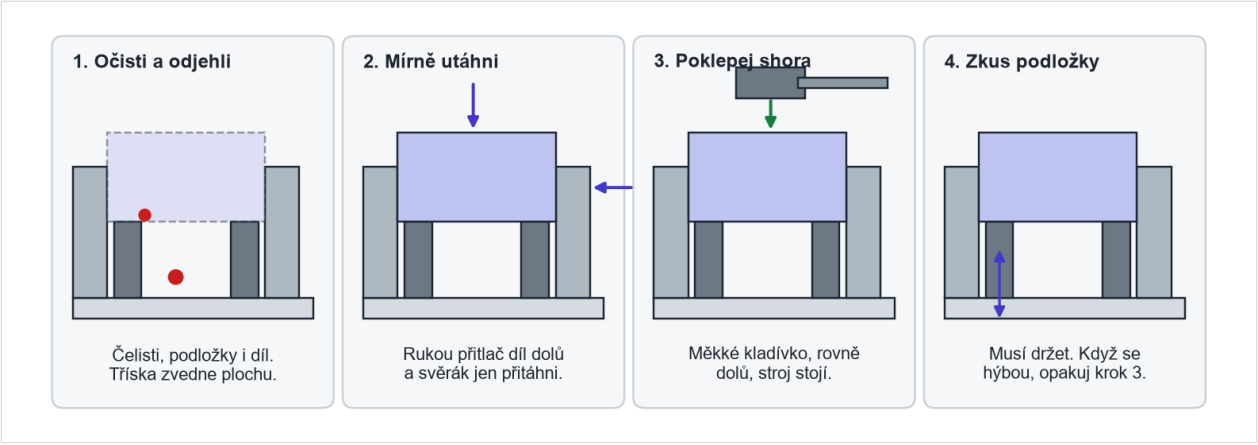
Zdroj uvádí pro přesnou dílnu rozdíl do 0,0005 palce na 6palcové čelisti, to je asi 0,01 mm na 150 mm. Tvoji mez určí UOV podle výkresu.



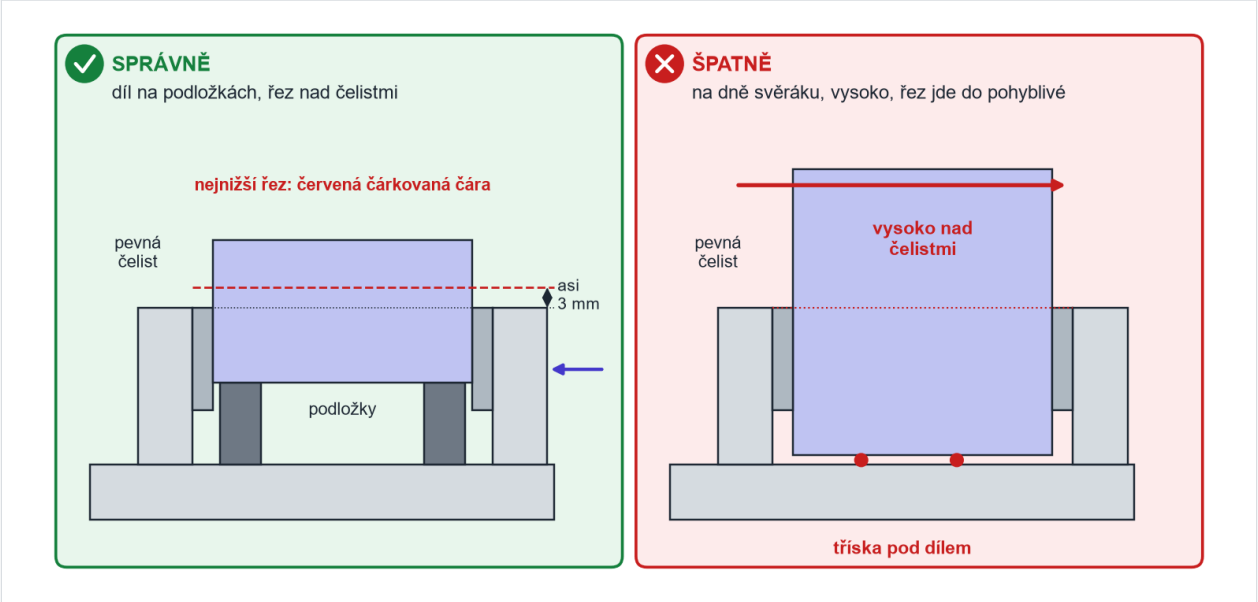
Obr. 5.2 Obrobek ve svěráku na CNC frézce ve školní dílně.
Vlastník obrázku: Střední odborná škola - Frýdek-Místek, web sosfm.cz, stránka oboru Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů, galerie

Správné upnutí krok za krokem

1. Vyber čisté podložky stejné výšky. Díl má nad čelisti koukat jen o to, co potřebuje řez, a o malou rezervu.
2. Podložky přilož k čelistem, odjehlený díl polož doprostřed čelistí.
3. Poklepávej a zkoušej podložky, dokud nedrží. Potom svěrák dotáhni klikou, bez prodloužení.
4. Znovu zkus podložky a zkontroluj, že fréza nedojede na čelisti ani podložky.



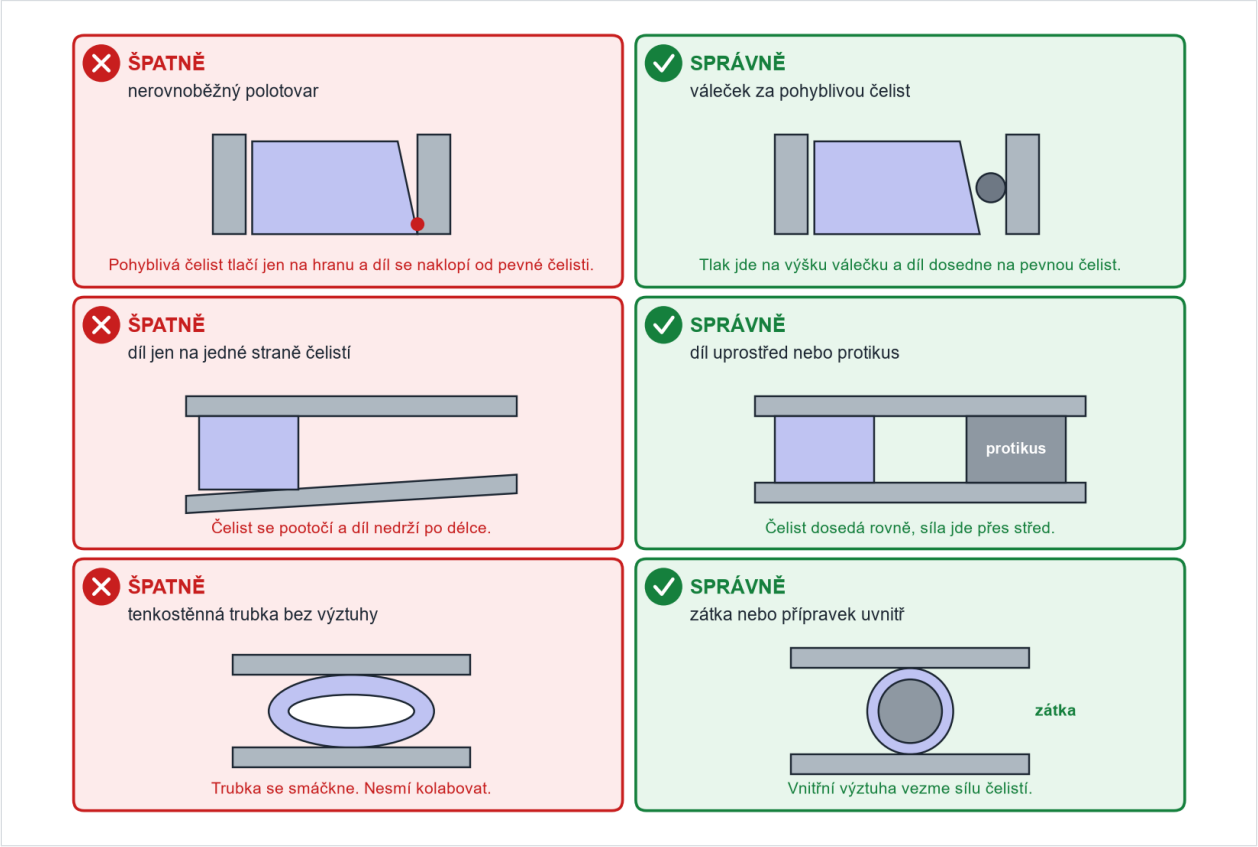
Obr. 5.3 Usazení dílu na podložky. Podložky se po poklepu už nesmí dát posunout rukou.



Obr. 5.4 Vlevo díl leží na podložkách a nad čelistmi je jen potřebná výška. Vpravo tříska pod dílem, díl je vysoko a řezná síla jde do pohyblivé čelisti.

SPRÁVNĚ	ŠPATNĚ
Dotahuješ klikou svěráku, přiměřenou silou.	Prodlužuješ kliku trubkou nebo do ní tlučeš kladivem. Přepneš šroub i díl.
Díl je ve středu čelistí, nebo na druhé straně protikus.	Díl je na kraji. Čelist se pootočí.
Poklep měkkým kladivem, stroj stojí.	Rána ocelovým kladivem na hotovou plochu.
Podložka je stranou od díry, kterou vrtáš.	Vrtáš do podložky a rozbíjíš ji i vrták.
Měkké čelisti nebo vložky na hotovou plochu.	Tvrdé čelisti otlačí hotový povrch.

Co se ve svěráku může pokazit

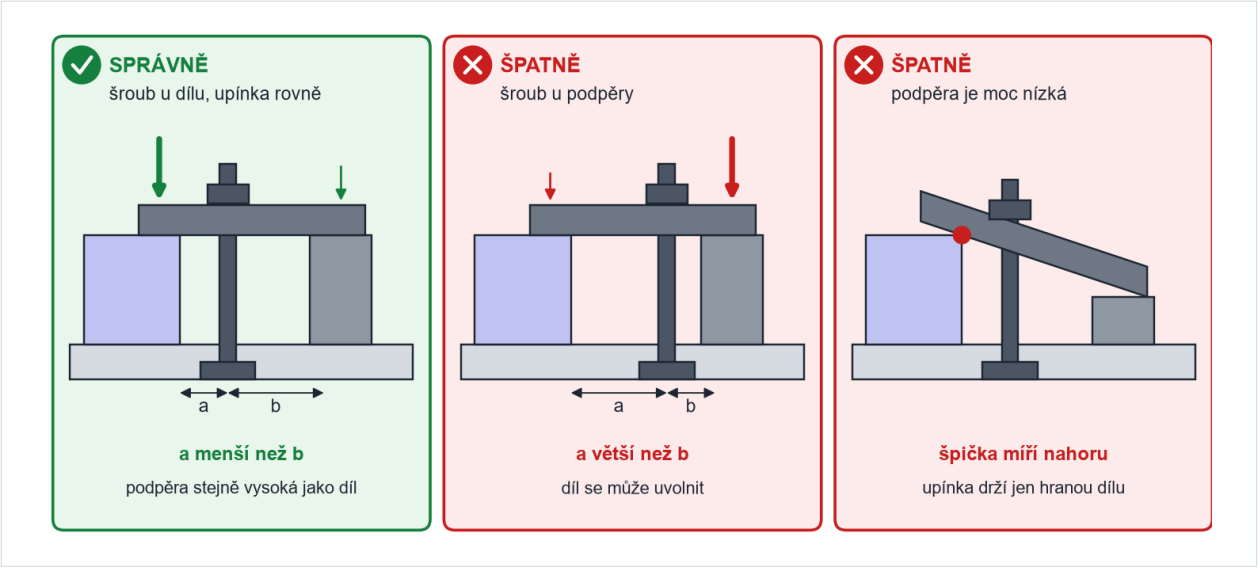


Obr. 5.5 Tři situace, kde díl ve svěráku nedrží nebo se zničí, a jak je řešit.

> **POZOR**
> Trubka nebo dutý díl se ve svěráku smáčkne. Díl nesmí kolabovat. Použij zátku, tvarované čelisti nebo přípravek.

Upnutí přímo na stůl

Velké, ploché nebo tvarově složité díly se upínají přímo na stůl. Základem je upínka, šroub v T-drážce a podpěra. Upínka funguje jako páka: jedním koncem tlačí na díl, druhým na podpěru a uprostřed ji táhne šroub.



Obr. 5.6 Poměr vzdáleností a výška podpěry. Tloušťka šipky naznačuje, kam jde síla. Podpěra smí být lehce vyšší, aby špička mířila mírně dolů, nikdy nižší.

Pravidlo poměrů

Označ a vzdálenost šroubu od dílu a b vzdálenost šroubu od podpěry. Podle pravidla páky jde na díl tato část síly ve šroubu:

$$F_{díl} = F_{šroub} \cdot b / (a + b)$$

a: šroub až díl, b: šroub až podpěra. Čím je a menší než b, tím víc síly jde na díl

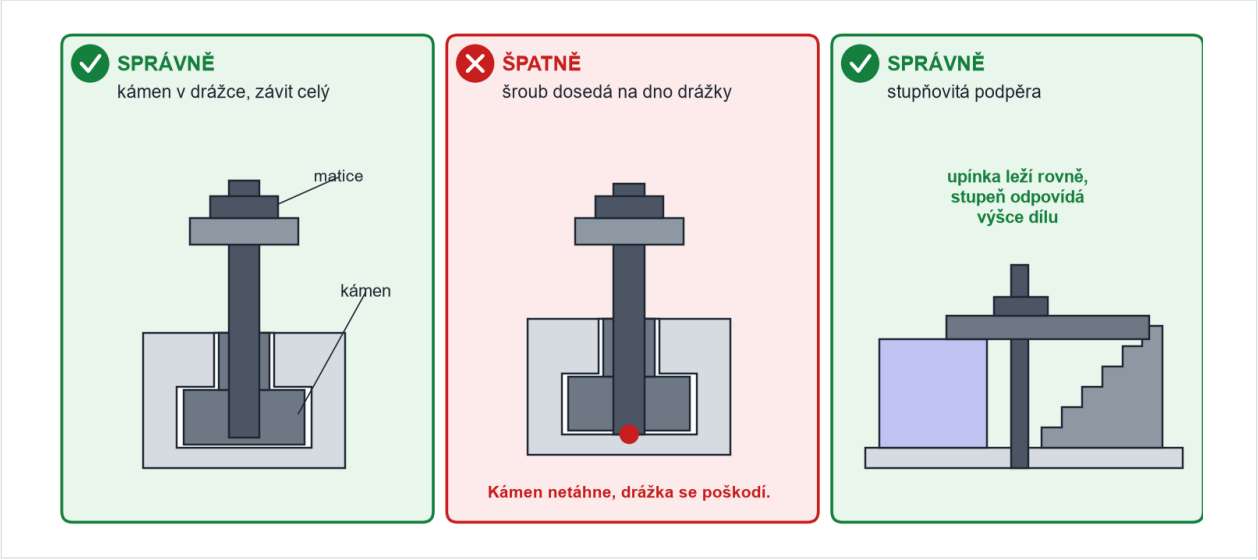
- Příklad: tah ve šroubu 10 kN, a = 20 mm, b = 40 mm: 10 · 40 / 60 = 6,7 kN na díl, 3,3 kN do podpěry.
- Stejný šroub, a = 40 mm, b = 20 mm: na díl 3,3 kN a 6,7 kN do podpěry.
- Šroub patří co nejblíž k dílu a upínka musí ležet rovně nebo se špičkou lehce dolů.

POZOR

Člověk je silnější než stroj, když má k ruce páku a závit. Přetažená matice může poškodit T-drážku, a ta se opravuje těžko. Utahuj přiměřeně a postupně.

SPRÁVNĚ	ŠPATNĚ
Aspoň dvě upínky, síla rovnoměrně, díl přidržený i proti řezné síle dorazem.	Jedna upínka na dlouhém dílu. Díl se kolem ní otočí.
Utahuješ střídavě, malými kroky.	Jedna upínka utažená naplno a teprve potom druhá.
Dráha frézy vede mimo upínky, šrouby jsou nízko.	Fréza narazí na vysoký šroub.
Pod dílem jsou podložky, kudy nevede nástroj.	Díl dosedá na T-drážku a fréza ji prořízne.

T-drážky, šrouby a kameny



Obr. 5.7 Vlevo kámen v T-drážce a závit v plném záběru. Uprostřed dlouhý šroub sedí na dně. Vpravo stupňovitá podpěra.

- Stůl i drážky před upnutím očisti. Třísky z drážky vyhrň háčkem, ne vzduchem.
- Kámen musí mít velikost drážky. Šroub nesmí sedět na dně drážky a nad maticí má trčet co nejméně.
- Matice má celý závit v záběru, pod ní je podložka. Utahuj předepsaným klíčem.
- Na stupňovité podpěře zvol stupeň, kde upínka leží rovně.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Svěrák se ustavuje úchylkoměrem po pevné čelisti a ověřuje před důležitou prací.
- Díl leží na podložkách. Nad čelistmi jen hloubka vnějšího řezu a asi 3 mm.
- Poklep rovně dolů, podložky se nesmí pohnout, klika se neprodlužuje.
- Šroub upínky patří blíž k dílu: a menší než b.
- Upínka leží rovně, podpěra stejně vysoká nebo o trochu vyšší než díl.

6

FRÉZKA

Přípravky a speciální upínače

Přípravky, dělicí přístroj, otočný stůl, úhelník, V-blok, magnetický a podtlakový stůl. Tenké desky a dlouhé díly.

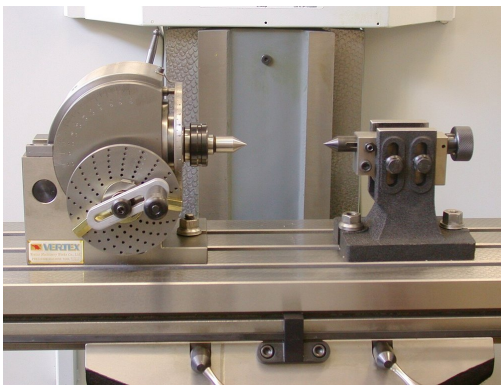
Svěrák a upínky pokryjí většinu práce. Některé díly ale potřebují přesné dělení, kolmost, oporu pro kulatinu nebo jiný způsob držení. Tahle kapitola ti dá přehled, abys poznal, po čem sáhnout.

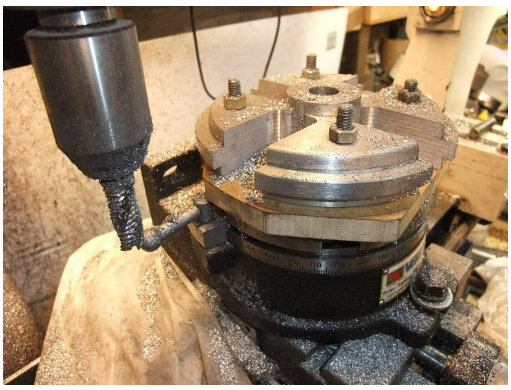
Přípravek

Přípravek je pomůcka pro konkrétní díl. Má opěry podle principu 3-2-1 a upínací prvky. Další kus se upne rychle a na stejné místo. Vyplatí se v sérii, kde by každé nastavování zabralo víc času než výroba. Může být i jednoduchý, například doraz na svěráku nebo vložka do čelistí.

Dělicí přístroj a otočný stůl

Dělicí přístroj natáčí díl o přesný úhel. Používá se pro šestihrany, drážky po obvodu a podobná dělení. Otočný stůl přidává otočnou plochu pro kruhové drážky a oblouky. Oba se po pootočení musí zajistit, jinak se při řezu pohnou.

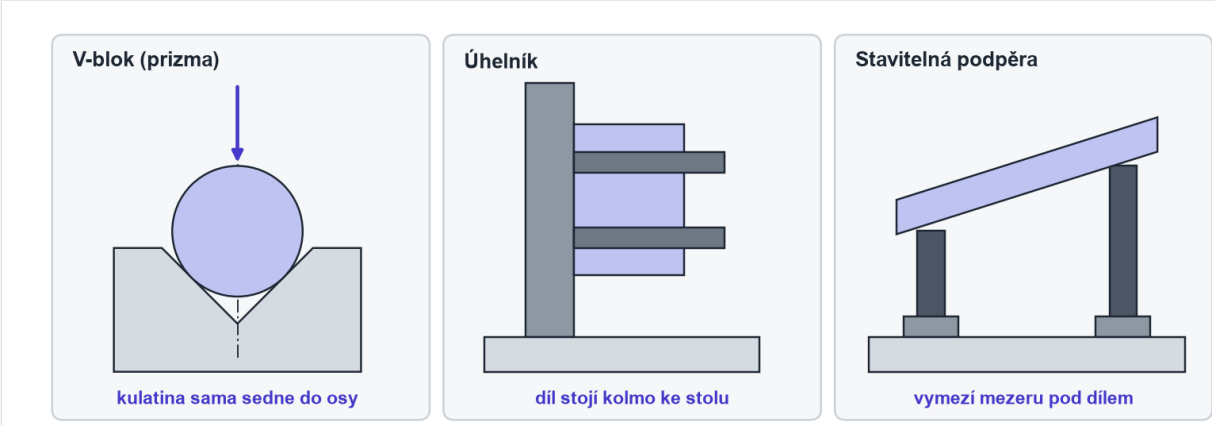




Obr. 6.1 Dělicí přístroj s koníkem na stole frézky (vlevo). Otočný stůl při frézování oblouku (vpravo).
Vlastník obrázku: vlevo Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.5, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IndexingHead-Tailstock.jpg; vpravo David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotary_Table_in_Use.jpg

Doraz na svěráku je nejjednodušší přípravek. Před sevřením ho odsuň, ať se o něj díl nezapře.

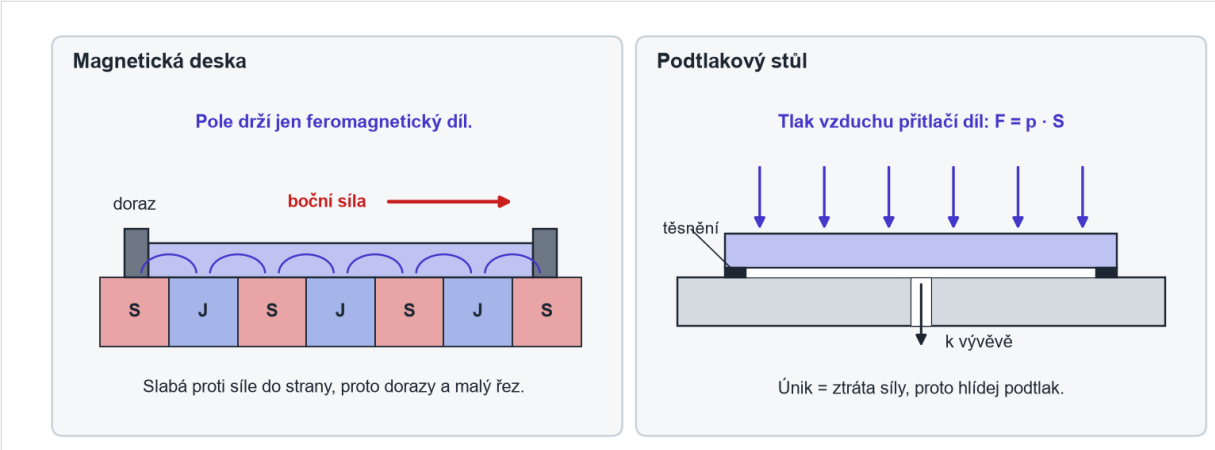
Úhelníky, V-bloky a podpěry



Obr. 6.2 V-blok vystředí kulatinu, úhelník drží díl kolmo a stavitelná podpěra vymezí mezeru pod nerovným dílem.

- V-blok se také říká prizma. Kulatina v něm sama najde osu, takže příčná díra vyjde přes střed.
- Dvojice V-bloků má být párová. Pro dlouhý díl se tak zachová rovnoběžnost.
- Stavitelná podpěra se jen dotkne, nesmí díl zvedat. Když ji přetáhneš, díl po povolení změní tvar.

Magnetický a podtlakový stůl



Obr. 6.3 Magnet a podtlak drží díl silou kolmo na plochu. Boční síla je jejich slabina, proto dorazy a malé řezy.

	Magnetická deska	Podtlakový stůl
Princip	Magnetické pole přitáhne díl k desce.	Tlak vzduchu přitlačí díl tam, kde je pod ním podtlak.
Materiál	Jen feromagnetický. Hliník a měď ne.	Jakýkoli, dobře se hodí na neželezné kovy.

	Magnetická deska	Podtlakový stůl
Výhoda	Volný přístup shora, žádné otlačení.	Volný přístup, tenké desky, žádné otlačení.
Omezení	Síla závisí na ploše dotyku. Malé a tenké díly drží hůř. Pole může díl zmagnetovat.	Síla závisí na ploše a těsnosti. Únik těsněním sílu sníží. Porézní deska se může ucpat chladicí kapalinou.
Proti boční síle	Dorazy na plochu desky, malé řezy.	Dorazy, malé řezy, tenká tříska.

$$F = p \cdot S$$

Podtlak 70 kPa a plocha 150 × 100 mm: F = 70 000 · 0,015 = 1 050 N. Hodnota je jen ilustrační

POZOR

Magnet ani podtlak nedrží tak silně jako mechanické upnutí. Výpadek proudu nebo únik těsnění může díl uvolnit. Bez dorazů nepracuj a od začátku drž malé řezy podle UOV.

Upnutí tenkých desek

- Oporu dej přímo pod místo, kde tlačí upínka.
- Tenké desky drží magnet nebo podtlak bez otlačení, ale jen pro malé řezy.
- Podle potřeby použij obětní desku pod dílem, aby nástroj mohl projet bez poškození stolu.
- Po hrubování povol upnutí, nech díl uvolnit pnutí a jemně ho dotáhni pro dokončení.

Dlouhé díly

- Dva svěráky ustav stejně. Každý zkontroluj zvlášť úchylkoměrem.
- Pod přečnívající konec dej stavitelnou podpěru, jen s dotykem.
- Dlouhý díl při jednom upnutí na začátku a konci prověř úchylkoměrem.
- S těžkým dílem manipuluj se zvedacím zařízením. Viz kapitola 10.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Přípravek dává rychlé a stejné upnutí v sérii.
- Dělicí přístroj a otočný stůl se po pootočení zajišťují.
- V-blok vystředí kulatinu, úhelník zajistí kolmost.
- Magnet a podtlak drží kolmo k ploše. Boční síla je jejich slabina.
- Upínka musí tlačit přes podepřené místo.

7

NÁSTROJE

Upnutí nástrojů

Kleština ER a její pravidla, Morse, Weldon, hydraulické a tepelné držáky, vyložení, VDI, vrták a závitník.

Nástroj se upíná stejně poctivě jako obrobek. Volný nebo vyložený nástroj dělá stejné chyby: chvění, špatný rozměr a nebezpečí. O samotných nástrojích a destičkách je samostatná příručka. Tady jde jen o to, jak je držet.

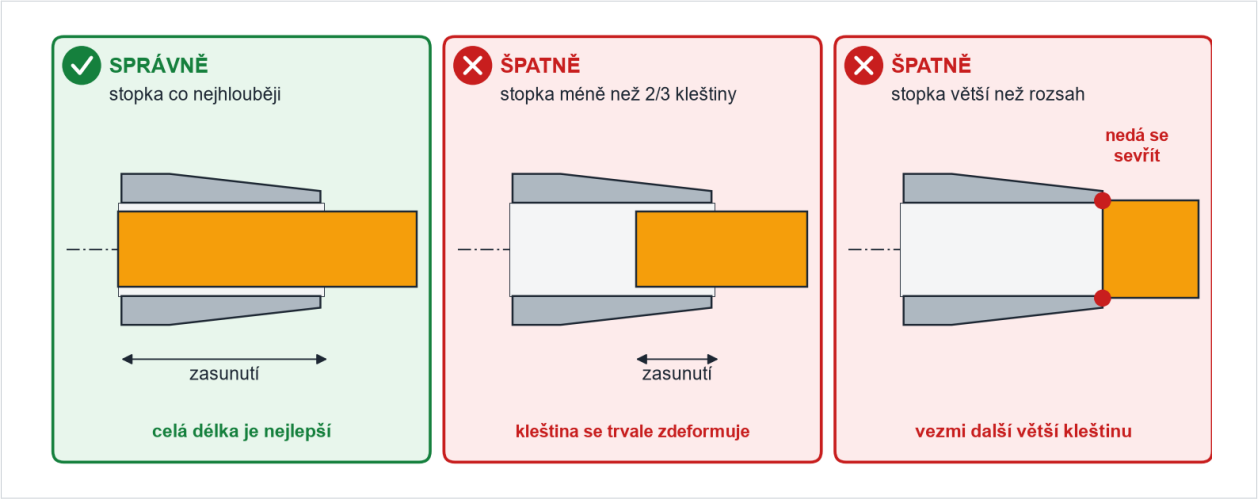
Kleština ER a její pravidla

Kleština ER je pružné pouzdro s rozříznutými boky. Sevře stopku po obvodu a v kuželu držáku se středí. Rozsah se liší podle velikosti, běžně kolem 1 mm, u malých i méně. Na kleštině je uvedený například 10 až 9 mm.

Nejlepší je zvolit kleštinu co nejblíž průměru stopky. Čím víc se musí zmáčknout, tím slaběji drží.



Obr. 7.1 Kleština ER s vyznačeným rozsahem upnutí.
Vlastník obrázku: Aweber4418, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ER_Collet.jpg



Obr. 7.2 Pravidla výrobce kleštin. Stopka patří do celé délky, nikdy ne méně než 2/3 díry v kleštině. Větší stopku nikdy nesvírej.

1. Vyber kleštinu podle stopky, co nejblíž. Větší stopku nikdy nesvírej.
2. Kleštinu nejdřív zacvakni do matice, až potom matici našroubuj na držák. Špatně nasazená kleština se poškodí i s maticí.
3. Stopku zasuň nejlépe do celé délky, nikdy ne méně než 2/3 díry. Jinak se kleština trvale zdeformuje.
4. Stopka, kleština i kužel musí být čisté a suché. Utahuj podle výrobce, nejlépe momentovým klíčem.

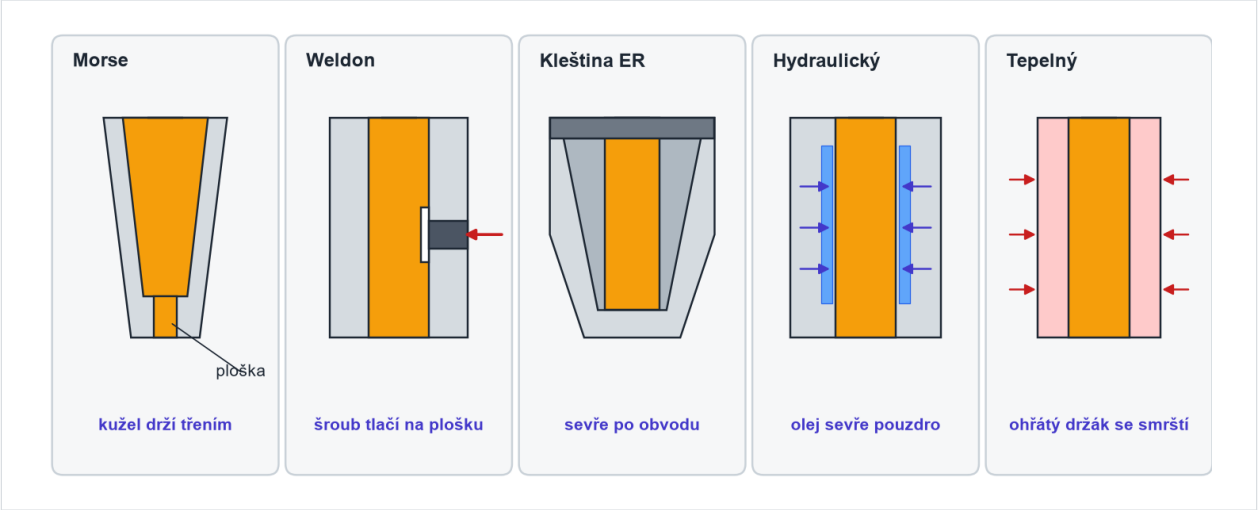
> **PAMATUJ**
> Jde o pravidla výrobce Rego-Fix pro kleštiny ER. Moment utažení se liší podle velikosti a výrobce, proto ho neuvádíme. Najdeš ho v tabulce výrobce.

Morse

Morse kužel drží sám třením, když je kužel čistý. Plochý konec zvaný ocásek slouží k vyjmutí vyrážečem. Na frézce musí být kužel přitažený táhlem, jinak boční síla nástroj vysune.

- Kužel i dutinu před nasazením očisti. Tříska zvýší házení a dutinu poškodí.
- Vyjímáš-li vrták vyrážečem, drž ho nebo pod něj dej dřevo. Spadne a je ostrý.

Přehled držáků

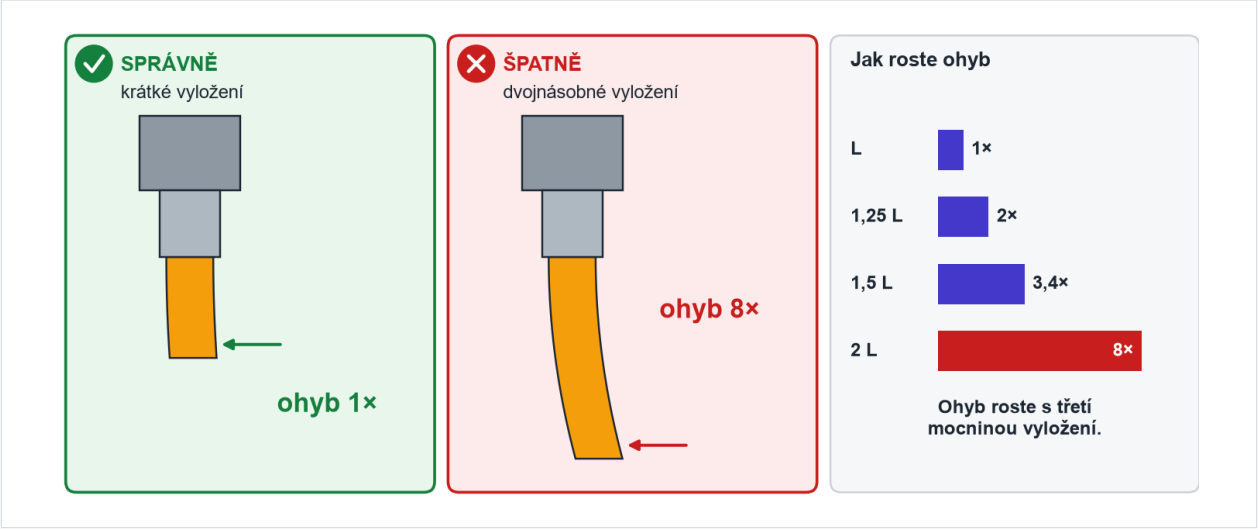


Obr. 7.3 Pět nejběžnějších způsobů držení nástroje. Řezy jsou zjednodušené.

Držák	Jak drží	Výhoda	Omezení
Morse	Tření v samosvorném kuželu.	Jednoduchý, velké vrtáky, koník.	Špatně snáší boční sílu.
Weldon	Šroub tlačí na plošku na stopce.	Nástroj nevyklouzne, velké zatížení.	Horší házení, šroub tlačí nástroj na stranu.
Kleština ER	Pružné pouzdro v kuželu.	Univerzální, různé průměry.	Střední házení, při velkém momentu může proklouznout.
Hydraulický	Olej stlačí tenkou stěnu kolem stopky.	Výborné házení, tlumí chvění, rychlá výměna.	Přesná stopka. Při velkém zatížení může proklouznout.
Tepelný	Ohřátý držák se po vychladnutí smrští.	Výborné házení a tuhost.	Ohřívací zařízení, horká manipulace, cena.

Hydraulický a tepelný držák potřebují stopku zasunutou aspoň tak hluboko, jak uvádí výrobce. Tepelný držák je po upnutí horký, nech ho vychladnout na určeném místě.

Vyložení a chvění



Obr. 7.4 Pro stejnou sílu a průměr roste ohyb s třetí mocninou délky. Dvojnásobné vyložení znamená osminásobný ohyb.

Platí to pro stopkový nástroj i vyvrtávací tyč. Ohyb klesá se čtvrtou mocninou průměru, proto dvojnásobný průměr dá šestnáctinásobnou tuhost. Volí se tedy nejkratší a nejsilnější nástroj, který na práci dosáhne.

SPRÁVNĚ	ŠPATNĚ
Nástroj je v držáku co nejhlouběji a vyčnívá jen o nutnou délku a rezervu.	Nástroj se vytáhl, aby dosáhl přes svěrák. Chvěje se a láme.
Vyvrtávací tyč je upnutá co nejhlouběji.	Tyč je držená na kraji jedním šroubem.
Soustružnický nůž ležící celou plochou, krátce vysunutý, špička v ose.	Nůž na třískách, špička nad osou, vysunutý daleko.

Upnutí vrtáku

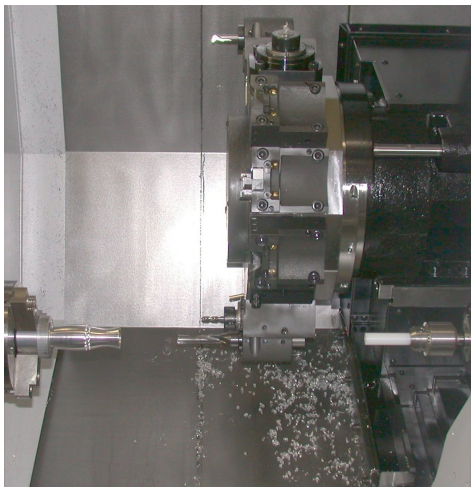
Malé vrtáky s válcovou stopkou se drží ve vrtacím sklíčidle nebo kleštině, velké v Morse kuželu nebo přes redukční pouzdro.

- Vrtací sklíčidlo je jen na vrtání a jiné nástroje řezající ve směru osy. Frézu do něj nedávej. Boční síla ho uvolní.
- Stopku zasuň co nejhlouběji. Čelisti mají svírat válcovou stopku, ne šroubovici s drážkami.
- Klíč od sklíčidla vyjmi hned. Platí stejné pravidlo jako u soustruhu.
- Na soustruhu musí vrták ležet v ose obrobku. Navrtej a sleduj odvod třísek.

Revolverová hlava a držáky VDI

Soustružnické nástroje na CNC stroji sedí v revolverové hlavě. Držák se upevní přímo šrouby nebo systémem VDI podle DIN 69880. Válcová stopka má ozubení a klín ji přitáhne k hlavě. Velikost VDI 30 znamená stopku průměru 30 mm.

- Stopka i otvor musí být čisté.
- Držák zasuň až na dosed a dotáhni předepsaným klíčem.
- Kolem hlavy kontroluj všechny pozice, nejen tu aktivní.



Obr. 7.5 Revolverová hlava CNC soustruhu s držáky.
Vlastník obrázku: Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MoriSeiki-examples.jpg

Upnutí závitníku

- Závitník se zpravidla drží za čtyřhran i válec. Nesmí se v držáku protáčet.
- Vyrovnávací držák vyrovná malé rozdíly mezi posuvem a stoupáním. Hůř se s ním drží přesná hloubka závitu.
- Synchronní řezání znamená, že stroj sám hlídá vztah otáček a posuvu. Držák je pevný nebo jen s malou kompenzací.
- Zda stroj umí synchronně řezat a jak se to programuje, zjisti v jeho návodu.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Stopka do kleštiny nejlépe celá, nikdy méně než 2/3. Větší průměr nikdy.
- Kleština se nejprve zacvakne do matice, potom se našroubuje na držák.
- Morse špatně snáší boční sílu. Frézu do vrtacího sklíčidla nedávej.
- Dvojnásobné vyložení je osminásobný ohyb.
- Stopka, kleština a kužel musí být čisté.

8

CNC A KONTROLA

Upnutí na CNC stroji

Na CNC stroji se upnutí propisuje do programu: tlak sklíčidla, kolize s čelistmi a upínkami, nulový bod a opakovatelnost.

Na klasickém stroji vidíš, kam jedeš, a můžeš kdykoli zastavit. Na CNC jede stroj podle programu velkou rychlostí. Program nezná skutečné upnutí, pokud mu ho nesdělíš. Proto upnutí navrhuješ dřív než první řádek programu.

Hydraulické sklíčidlo a tlak

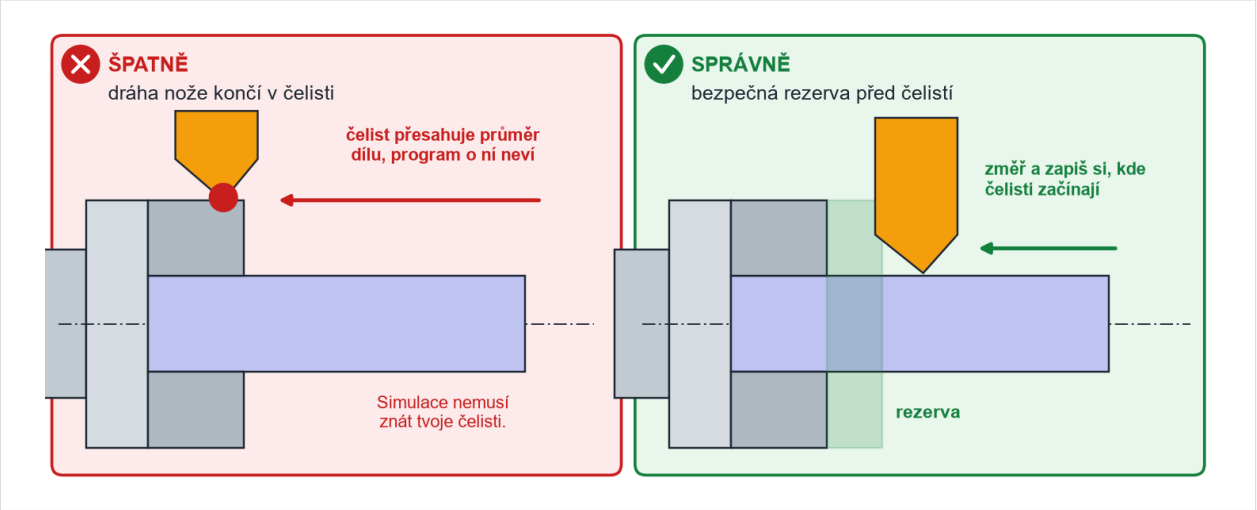
Na CNC soustruzích se sklíčidlo často ovládá hydraulicky, spínačem nebo pedálem. Síla není v tvých rukou. Závisí na nastaveném tlaku.

Co nastavit	Na co dát pozor
Tlak	Podle dílu a podle tabulky výrobce. Tenká stěna potřebuje menší sílu, ale pak i menší řez a otáčky. Tlak nastavuje UOV.
Směr upínání	Zvenku nebo zevnitř. Opačně nastavený směr díl místo sevření uvolní.
Zdvih čelistí	Díl musí být sevřený uprostřed zdvihu. Čelist na konci zdvihu nedrží, i když stroj hlásí upnuto.
Tlak za chodu	Sklíčidlo musí mít tlak po celou dobu. Výrobci upozorňují na pokles, když je na zdroji víc spotřebičů.
Mazání	Pravidelné mazání podle návodu. Bez něj klesá upínací síla, i když je tlak v pořádku.

POZOR

Pedál sklíčidla je ovládací prvek. Než na něj šlápneš, ruce pryč od čelistí a dílu. Sklíčidlo se sevře velkou silou a prst nestihneš vytáhnout. Malý díl podpírej tak, jak to ukáže UOV.

Kolize s čelistmi



Obr. 8.1 Program popisuje díl, ne čelisti. Čelist často přesahuje průměr obrobku. Změř ji, zapiš si ji a dráhu nech s rezervou.

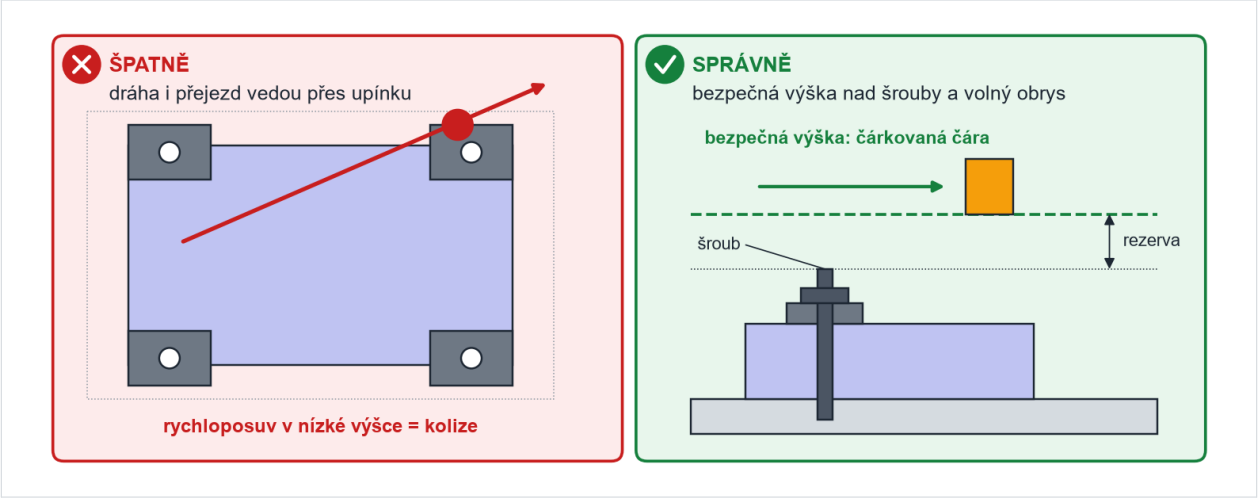
- Čelisti mají přesah. Zjisti přesně, kde v ose Z začínají a jak daleko sahají v ose X.
- Hlídej nejen špičku nože, ale i držák a sousední nástroje v revolverové hlavě.
- Od vnějšího průměru odjížděj nejdřív v ose X ven a teprve potom v ose Z. Z díry naopak nejdřív v ose Z ven.
- Koník a hrot jsou ve stejném prostoru. Do programu započítej i je.

Nulový bod a jeho ustavení

Nulový bod obrobku W spojuje program se skutečným dílem. Vychází ze základen na výkresu. Polohu proto hledej na skutečném díle, ne na čelisti nebo na výšce podložek, pokud to není výslovně ověřené.

Stroj	Kde bývá nula	Jak se ustaví
Soustruh	Ve středu čela, nebo na zadní dosedací ploše	X0 je osa. Z0 po zarovnání čela, nebo se změří.
Frézka	Podle výkresu, často roh nebo střed	Hrana dotykem s přičtením poloměru, střed úchylkoměrem.
Série	Pevný doraz	Nula se ověří na prvním kuse a potom kontroluje.

Kolize s upínkami



Obr. 8.2 Vlevo přejezd vede přes upínky. Vpravo je bezpečná výška nad nejvyšším bodem a dráha vede mimo.

- Bezpečná výška musí být nad šrouby a upínkami, ne jen nad obrobkem.
- Před spuštěním si dráhu projeď v hlavě nebo prstem po výkresu. Zaznamenej si upínky na náčrtek.
- Simulace nemusí vidět skutečnou délku nástroje, upínky ani nulu. Má je jen tehdy, když ty údaje dostala.
- Když nástroj jede dolů, musí být vždy mimo upínku a mimo čelist svěráku.

Opakovaná přesnost

Opakovatelnost znamená, že další upnutí vyjde stejně. Bez ní nemá nula pro další kus cenu. Pomáhají pevné dorazy, měkké čelisti se značkou polohy, dorazy na svěráku a stejná upínací síla.

SPRÁVNĚ	ŠPATNĚ
Doraz je před sevřením odsunutý, nebo díl opřený o boční pevný doraz.	Díl opřený o doraz při sevření. Dostane boční pnutí.
Stejný tlak nebo stejný moment na klice.	Pokaždé jiná síla na klice a čelistech.
Měkké čelisti se vrací do stejných drážek podle značky.	Čelisti zaměněné, soustřednost je pryč.
Třísky zmizí před každým vložením dílu.	Díl vložen na zbytek třísky po předchozím kuse.

Referenční kontrola po upnutí

1. Stroj je v referenci a nástroje mají správné korekce.

2. Díl je upnutý, klíč je pryč a prostor je volný.
3. Přejeď nad známý bod dílu a porovnej polohu s očekáváním. Nulu si tím ověříš bez rizika.
4. Projdi simulaci, když ji stroj má. Nespoléhej jen na ni.
5. První kus jeď pomalu, po blocích a se sníženým posuvem, ruku měj u zastavení.
6. Dveře zavřené. Řez se sleduje oknem.

PAMATUJ
Po každé kolizi, po výměně čelistí a po přepnutí ověř nulu znovu. Po kolizi navíc rozhoduje UOV, jestli se smí dál pracovat.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Upnutí se plánuje před programem.
- U hydraulického sklíčidla hlídej tlak, směr, zdvih a mazání.
- Čelisti i upínky musí být v programu započítané. Bezpečná výška je nad nimi.
- Nula vychází z výkresu a hledá se na skutečném díle.
- První kus pomalu, po blocích, s rukou u zastavení.

CNC A KONTROLA

9 Ustavení a kontrola

Jak pracovat s úchylkoměrem a hranovým senzorem, jak ověřit soustřednost a rovnoběžnost a co měřit po prvním řezu.

Dobře upnutý díl poznáš jen měřením. Hodinky neberou ohled na tvůj pocit. Tato kapitola ukazuje, jak s nimi pracovat a co kontrolovat, než si řekneš, že je hotovo.

POZOR
Neměř rotující díl. Vřeteno musí stát a na CNC stroji musí být program zastavený. Dotyk s běžícím dílem zničí měřidlo a může ti vzít ruku.

Úchylkoměr

Úchylkoměr ukazuje rozdíl, ne absolutní rozměr. Páčkový tvar se hodí do těsných míst, přímý s větším zdvihem na hrubší nastavení. Oba potřebují stabilní stojánek a kolmý dotyk.

- Stojánek pevně, co nejkratší rameno.
- Hrot předpruž, ať máš rezervu zdvihu na obě strany.
- Čti rozdíl mezi krajními polohami, ne absolutní hodnotu.
- Otáčej rukou. Měřidlo se nedává na běžící díl.



Obr. 9.1 Páčkový úchylkoměr.
Vlastník obrázku: Solaris2006, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dial_Gauge_Puppitast.jpg

Kontrola po prvním řezu

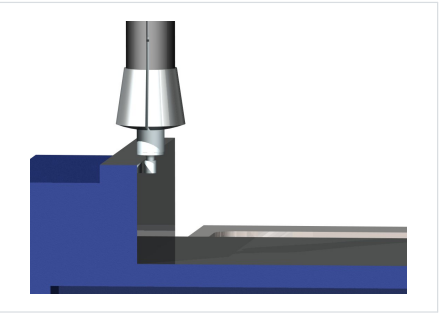
První řez ti ukáže, jak se chová upnutí v praxi. Dokud díl neuvolníš, dá se všechno opravit.

Kdy	Co zkontrolovat
Před prvním řezem	Klíč pryč, nic nezavadí, otáčky a mez sklíčidla, přejezdy, nula.
Po prvním řezu	Rozměr, povrch, chvění. Nepohnul se díl? Nepovolila se upínka?
Před dokončením	Rozměr v čelistech, povolit sílu podle potřeby, znovu ověřit nulu.
Po uvolnění	Rozměr i tvar znovu. Tenké díly se vracejí, proto rozhoduje tato hodnota.
Po přepnutí	Házení nebo polohu na hotové ploše, potom znovu nulu.
Při sérii	První kus úplně a potom průběžně. Třísky, teplo a opotřebení mění výsledek.

Hranové senzory a dotyky

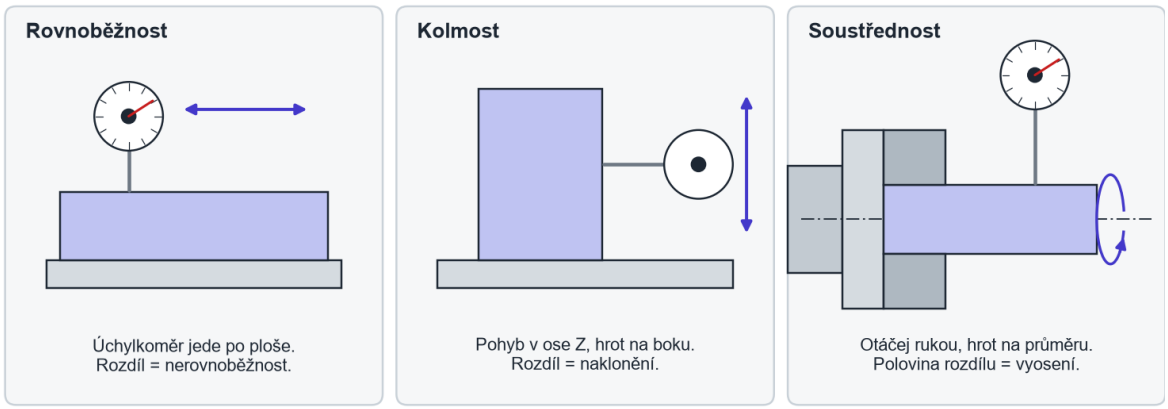
Mechanický hledač hran má na konci dvě části držené pružinou. Když se točí a dotkne se hrany, vyhodí se ze středu. Tím pozná polohu hrany. Pak přičteš poloměr dotykového konce.

1. Upni do kleštiny za tělo, ne za pružinový konec.
2. Nastav otáčky podle výrobce hledače.
3. Pomalu přijeď k hraně, dokud neskočí.
4. Zapiš polohu a přičti poloměr.



Obr. 9.2 Hledač hran na hraně dílu, znázornění.
Vlastník obrázku: Robert Hewitt, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edge_Finder_2.png

Kontrola soustřednosti, rovnoběžnosti a kolmosti



Obr. 9.3 Tři základní kontroly. Rozdíl čteš na úchylkoměru a porovnáváš s tolerancí na výkrese.

TIP

Elektronický 3D dotykač je přesný a pohodlný, ale měří jen tam, kam ho pošleš. Nikdy ho neroztáčej, pokud to výrobce nedovoluje, a zkontroluj, co je ve vřetenu.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Úchylkoměr ukazuje rozdíl. Měř rukou protáčený díl, s rezervou zdvihu.
- Hledač hran dává polohu plus poloměr.
- Rovnoběžnost, kolmost a soustřednost se kontrolují ještě v upnutí.
- Rozměr v upnutí nemusí být rozměr po povolení.
- Dokud díl neuvolníš, dá se opravit.

10

BEZPEČNOST A CHYBY

Bezpečnost při upínání

Nebezpečí při upínání, reakce na uvolněný obrobek, těžké díly, rukavice, klíče a seznam věcí, které se nedělají.

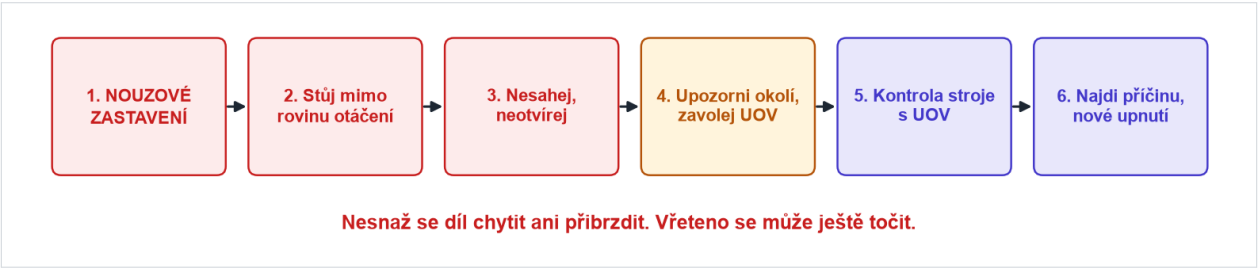
Upnutí je jedna z mála činností, kde máš ruce přímo ve stroji. Navíc rozhoduje, jestli díl při vysokých otáčkách zůstane na místě. Kryty pomáhají, ale tady rozhoduje hlavně to, co děláš ty.

Nebezpečí a co proti nim

Nebezpečí	Co se může stát	Co proti tomu
Klíč ve sklíčidle	Vyletí při startu a zasáhne tě.	Klíč nepouštět, vracet na místo, pružinový klíč.
Uvolněný obrobek	Vyletí, prorazí okno nebo tě zasáhne.	Správné sevření, dost plochy, mez otáček, zavřené dveře.
Rotující část	Zachytí rukáv, vlasy, rukavici, hadr.	Přiléhavý oděv, bez šperků, žádné rukavice.
Srdce a šrouby	Trčí z otáčející se plochy, nejsou vidět.	Stát stranou, kryt, nízké otáčky.
Tyč za vřeteníkem	Rozkmitá se a zasáhne okolí.	Zkrátit, vodit, nízké otáčky, zábrana.
Těžký díl nebo sklíčidlo	Spadne na ruku, nohu, stůl nebo lože.	Zvedací zařízení, dřevo na lože, dvě osoby.
Skřípnutí	Prst mezi čelist a díl nebo upínku a díl.	Ruce pryč při sevření, zvlášť u pedálu.

Nebezpečí	Co se může stát	Co proti tomu
Ostré hrany a třísky	Řezné rány.	Háček a smetáček, odjehlit, rukavice jen při klidu stroje.
Odlétající třísky	Poranění oka.	Ochranné brýle, zavřené dveře.

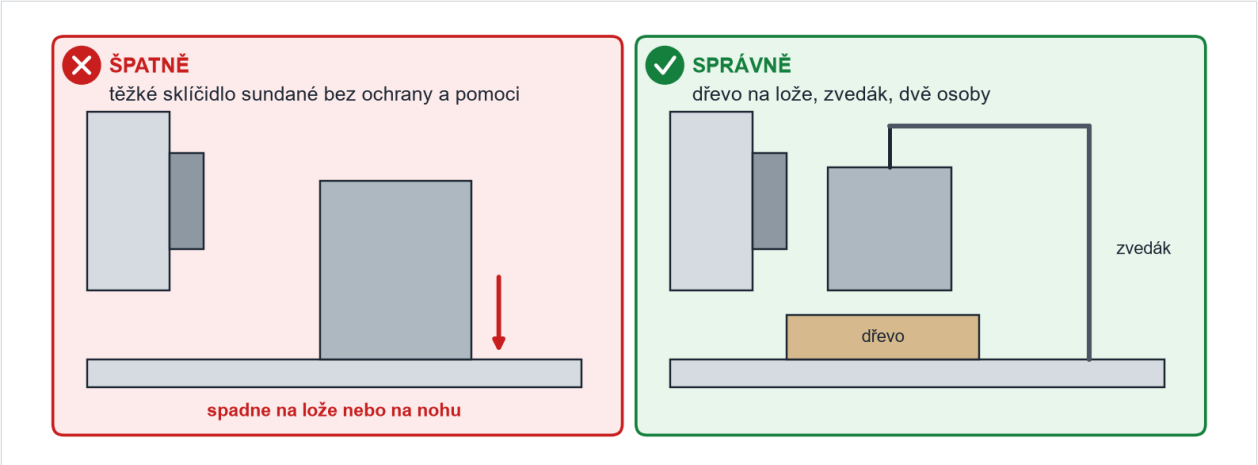
Co dělat, když se obrobek uvolní



Obr. 10.1 Reakce na uvolněný obrobek. První tři kroky jsou okamžité a dělá je ten, kdo je u stroje.

- Dobře upnutý díl se sám neuvolní. Když se pohne, něco je špatně. Neřeš to dotažením za chodu.
- Díl může být v prostoru volný a stroj se dotáčí. Dveře neotvírej, dokud vřeteno nestojí.
- Stůj mimo rovinu otáčení, mimo směr, kterým by díl mohl letět.
- I po pohnutí dílu o malý kousek je potřeba díl i stroj prohlédnout s UOV.
- I když se nikomu nic nestalo, událost nahlas UOV.

Velké a těžké díly



Obr. 10.2 Výměna sklíčidla: dřevo chrání lože, zvedák drží váhu. Sklíčidlo nesundávej sám a bez pokynu UOV.

Vyhláška č. 180/2015 Sb. zakazuje mladistvým zaměstnancům ruční manipulaci s břemenem nad tyto hmotnosti. Ať je ti kolik chce a na praxi platí cokoli, s UOV si ujasni, co smíš zvedat. Sklíčidlo,

svěrák nebo polotovar často váží víc, než vypadá.

	Občasná manipulace	Častá manipulace
Mladiství chlapci	nejvýše 20 kg	nejvýše 15 kg
Mladistvé dívky	nejvýše 15 kg	nejvýše 10 kg

- Těžké díly přemisťuj zvedacím zařízením, ke kterému máš oprávnění, nebo je nech přemístit odborně způsobilou osobou.
- Pod zavěšené břemeno nikdy nestoupej. Ruce mimo místa mezi dílem a stolem.
- Při výměně sklíčidla: vypnutý hlavní vypínač, dřevo nebo kolébka na loži, zvedák u velkých sklíčidel.
- Pozor na závitový konec vřetena. Na poslední otáčce sklíčidlo spadne. Drž ho a měj podloženo.
- Před nasazením očisti styčné plochy sklíčidla a vřetena. Po nasazení ověř, že je sklíčidlo pevně zajištěné.

Rukavice

Činnost	Rukavice	Proč
Manipulace se stojícím materiálem	ano	Ostré hrany a otřepy.
Ruční upínání, stroj zajištěný proti rozběhu	podle pokynu UOV	Musíš cítit, co děláš.
Vše u rotujícího nástroje nebo dílu	**nikdy**	Stroj rukavici zachytí i s rukou. Je to rychlejší, než stihneš reagovat.
Odstraňování třísek háčkem za stojícího stroje	podle pokynu UOV	Třísky řežou, ale rukavice nesmí být u stroje, který se může rozjet.

> **POZOR**
> Značky si neodporují. Příkaz M009 k rukavicím platí pro manipulaci s materiálem a nástroji. Zákaz P028 platí u všeho, co se točí. Než se stroj rozběhne, rukavice jsou pryč.

Klíče a nářadí

- Klíč je buď v ruce, nebo na svém místě. Po upnutí se podívej: klíč, kladívko, podložka, háček. Všechno pryč ze stolu i z lože.
- Klíč, který klouže nebo má vytlučené hrany, nahlas UOV a nepoužívej.

Co nikdy nedělat

Nikdy	Proč
Nepouštěj klíč ve sklíčidle.	Vyletí a zasáhne člověka.
Nesahej na rotující díl ani na dobíhající sklíčidlo.	Zachytí tě a nezastavíš ho rukou.
Nedotahuj sklíčidlo, svěrák ani upínku za chodu.	Jsi v dosahu nástroje a díl se může uvolnit.
Nepřekračuj mez otáček sklíčidla.	Upínací síla klesne a díl vyletí.
Nepracuj s dílem, který drží jen malá plocha.	Řezná síla ho vytrhne.
Neprodlužuj klíč ani kliku.	Přetížíš závit a díl se může uvolnit nebo prasknout.
Nemeř a nečisti na běžícím stroji.	Měřidlo i ruka jsou v nebezpečí.
Neobcházej kryty a blokování.	Jsou to poslední zábrany před nehodou.
Neodstraňuj třísky rukou ani stlačeným vzduchem.	Pořežeš se, a tříska může letět do očí nebo do sklíčidla.
Neupínej v rukavicích u stroje, který se může rozjet.	Stačí zapomenutý start.
Neodcházej od běžícího stroje.	Nezastavíš, co nevidíš.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Kryty pomáhají, rozhoduješ ale ty. Kontroluj klíč, sevření, otáčky.
- Uvolněný díl: nouzové zastavení, stranou, nesahat, zavolat UOV.
- Těžké díly se zvedají zařízením. Hmotnostní limity platí.
- Rukavice nikdy k tomu, co se točí nebo může začít točit.
- Prodlužovat klíč a kliku je zakázané.

11

BEZPEČNOST A CHYBY

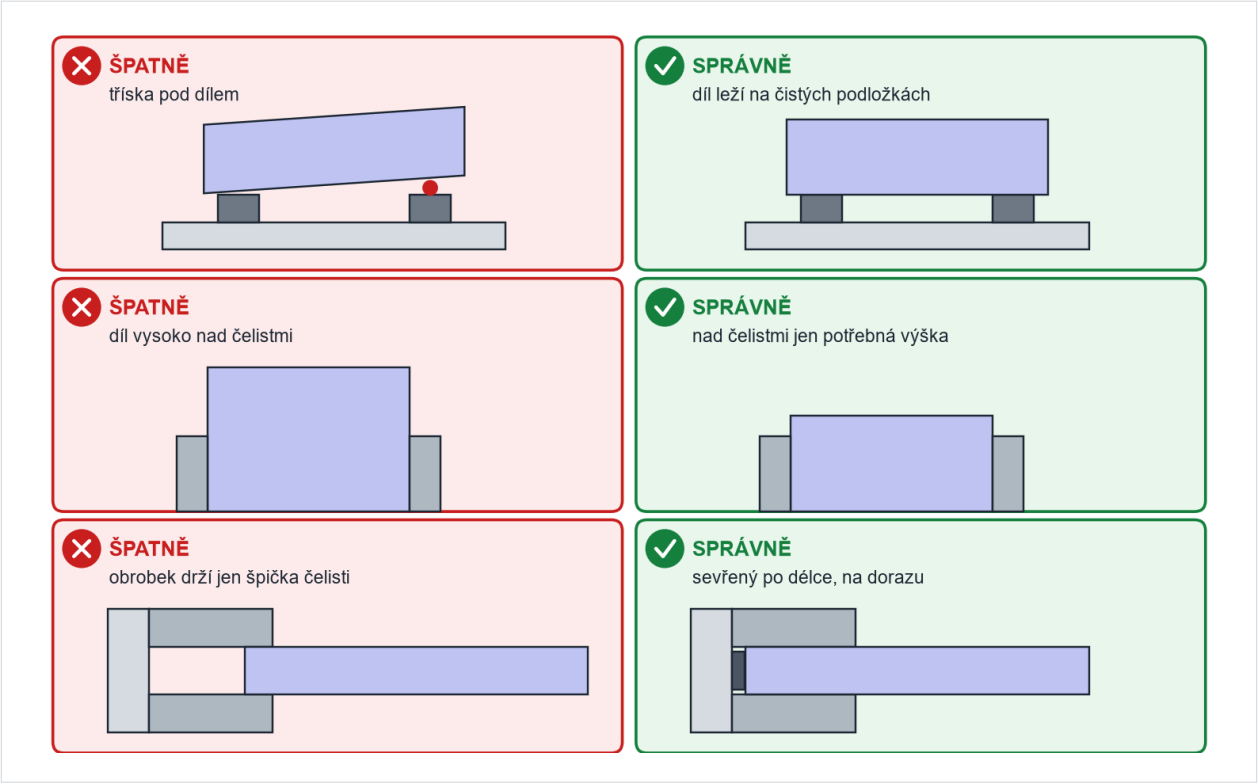
Typické chyby

Nejčastější chyby na obrázcích a v přehledné tabulce s příčinou a nápravou.

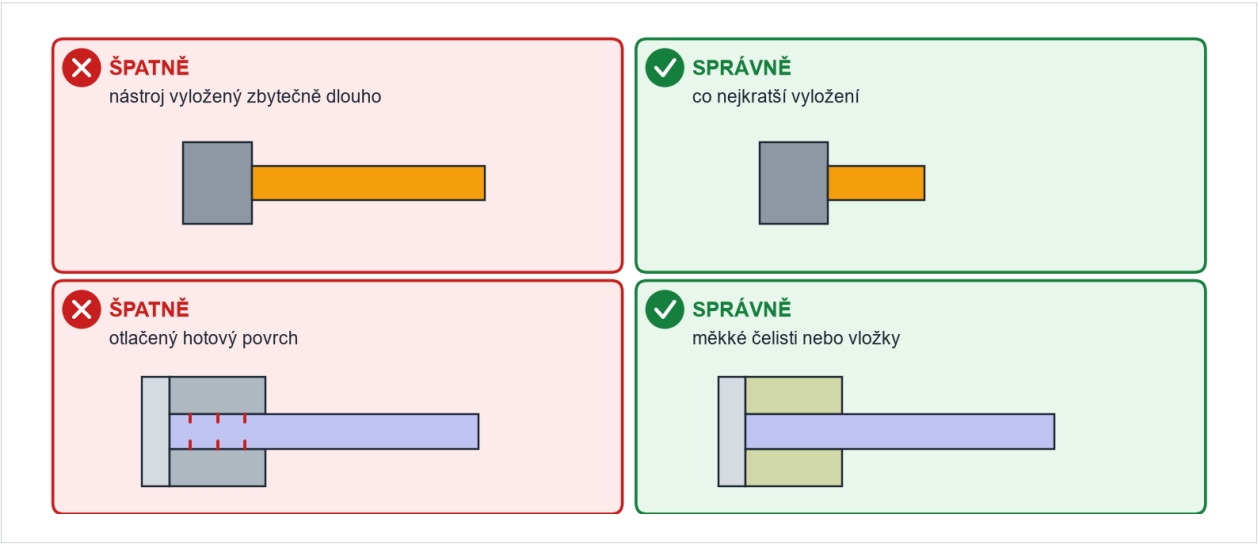
Většina chyb je pořád stejná. Tabulka ukazuje, podle čeho chybu poznáš, co ji způsobuje a co s ní. Na obrázcích pod ní zkus nejdřív sám říct, proč je to vlevo špatně.

Přehled chyb, příčin a oprav

Co pozoruješ	Možná příčina	Co udělat
Rozměr je pořád mimo o stejnou hodnotu	Špatná nula, tříska pod dílem	Očistit, znovu usadit, ověřit nulu.
Díl je kuželový	Štíhlý díl uhýbá, koník je mimo osu	Přidat podporu, seřídit koník.
Povrch má vlny, kvílení	Chvění: dlouhé vysunutí, velký řez	Zkrátit, podepřít, snížit řez, změnit otáčky.
Díra po uvolnění není kulatá	Tři čelisti deformují díl	Širší čelisti, menší síla, kleština, trn.
Druhá strana nesedí s první	Přepnutí bez kontroly	Měkké čelisti, úchylkoměr, mezi hroty.
Díl se v čelistech posunul	Malé sevření, velký řez, slabý tlak	Delší sevření, kontrola tlaku, menší řez.
Hotová plocha má otlačeniny	Tvrdé čelisti, šroub srdce	Měkké čelisti, vložka.
Díl se po frézování nenarovná	Upnutí prohnulo desku	Oporu pod upínku, uvolnit a jemně dotáhnout.
Fréza narazila na svěrák nebo upínku	Nezapočítaný upínač, velké vyložení	Bezpečná výška, náčrtek upnutí, kontrola dráhy.



Obr. 11.1 Tři chyby u svěráku a sklíčidla a jak vypadá správné řešení.



Obr. 11.2 Dvě chyby u nástroje a hotové plochy a jak vypadá správné řešení.

CO SI ZAPAMATOVAT

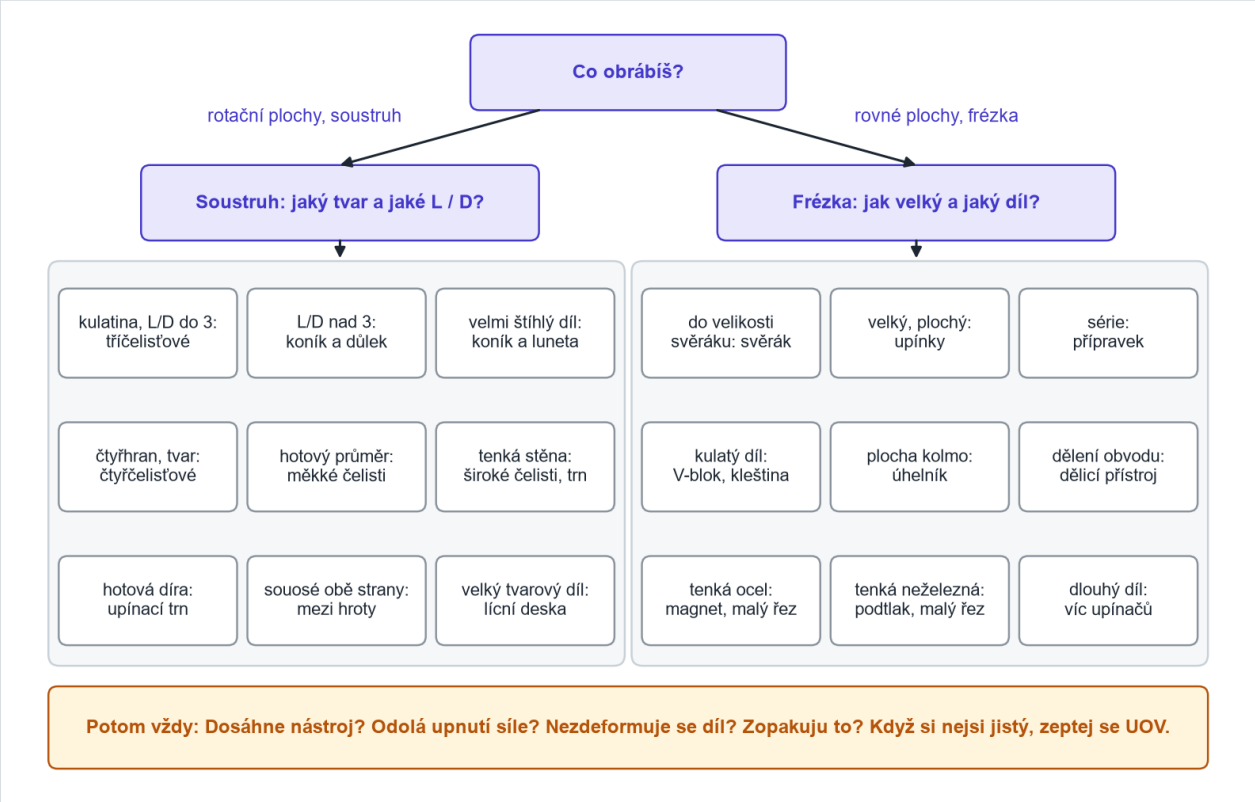
- Nejdřív kontroluj upnutí a nástroj. Program je až poslední.
- Stejná chyba o stejnou hodnotu ukazuje na nulu nebo třísku.
- Chyba tvaru ukazuje na tuhost nebo deformaci.

12 PRAXE

Jak zvolit upnutí a rozbor dílů

Rozhodovací pomůcka a konkrétní postup upnutí a přepnutí na čtyřech dílech ze školních výkresů.

Než sáhneš po klíči, polož si pár otázek. Pomůcka níže je rozcestník, ne předpis. Pomůže ti s návrhem a ten pak ukážeš UOV.



Obr. 12.1 Rozhodovací pomůcka pro volbu upnutí.

Otázky před upnutím

1. Jaká plocha je základna na výkrese? Mám ji už hotovou?
2. Které plochy musím obrobit a mohu k nim dojet na jedno upnutí?
3. Co musí být souosé nebo rovnoběžné? Udělám to na jedno upnutí?
4. Jak velká je řezná síla a kam směřuje?
5. Je díl štíhlý nebo tenkostěnný? Nezdeformuje se?
6. Budu přepínat? Za co, a jak ochráním plochu?

7. Kam pojede nástroj a o co může zavadit?

Čtyři díly ze školních výkresů

Rozbory vycházejí z výkresů ze školních sad. Jsou to návrhy, jak by se daly díly upnout. Nejsou to jediné správné postupy. Skutečnou volbu dělá UOV podle stroje a čelistí, které jsou v dílně. Rozměry jsou z výkresů, sevření a vysunutí jsou spočítané.

Hřídel, výkres č. 3: Ø35 × 120, C45

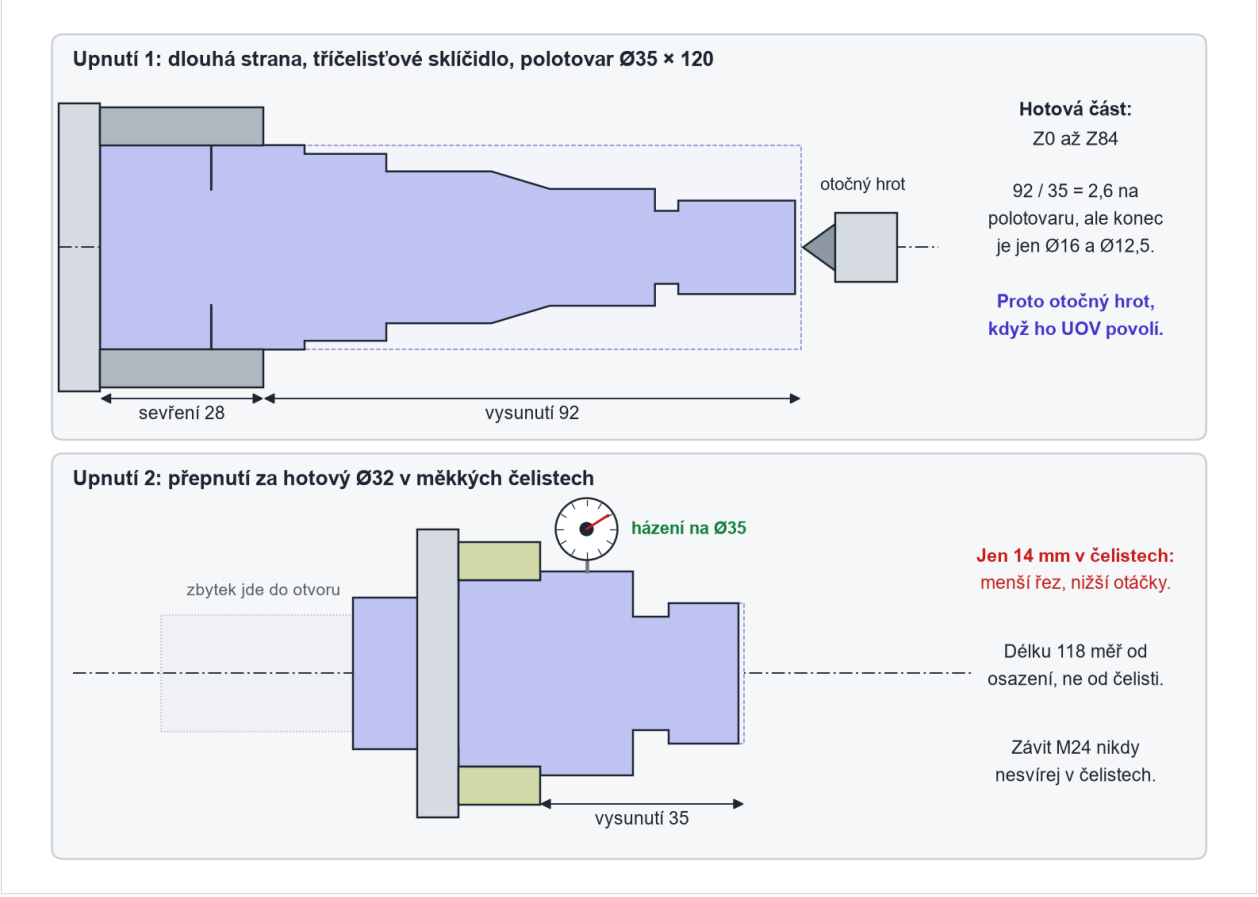
Hotová délka je 118 mm, tolerance ±0,1 mm. Na každé čelo zbývá 1 mm přídavek.

Tvar: konec M16, zápich Ø12,5, Ø20, kužel, Ø26, Ø32, nákružek Ø35, zápich Ø19,5 a konec M24. Nákružek Ø35 je průměr polotovaru. Delší strana se dá udělat najednou, kratší po přepnutí.



Obr. 12.2 Odstupňovaný soustružený díl ze školní galerie oboru. Není to hřídel č. 3, jen podobný typ dílu.
Vlastník obrázku: Střední odborná škola - Frýdek-Místek, web sosfm.cz, stránka oboru Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů, galerie

1. **Upnutí 1:** tříčelisťové sklíčidlo, tvrdé čelisti, polotovar sevřený 28 mm a opřený o doraz. Zarovnej čelo Z0.
2. Navrtej důlek jen tehdy, když to UOV povolí. Výkres ho neukazuje a na čele M16 by zůstal. Přídavek je jen 1 mm, důlek by ho přesáhl.
3. Obrob Z0 až Z84. Začni tenkým koncem a tlustý materiál u čelistí nech co nejdéle. Hlídej čelist, ke které zbývá 7 mm.
4. **Upnutí 2:** otoč díl. Sevři hotový Ø32 v měkkých čelistech nebo v děleném pouzdře, čelo Ø35 opři o čelisti. Zbytek hřídele jde do otvoru sklíčidla, ověř, že se vejde.
5. Změř házení na Ø35. Sevření je jen 14 mm, proto jeď menší řezy a nižší otáčky.
6. Zarovnej čelo na délku 118 mm. Měř ji od osazení. Obrob Ø19,5 a M24.



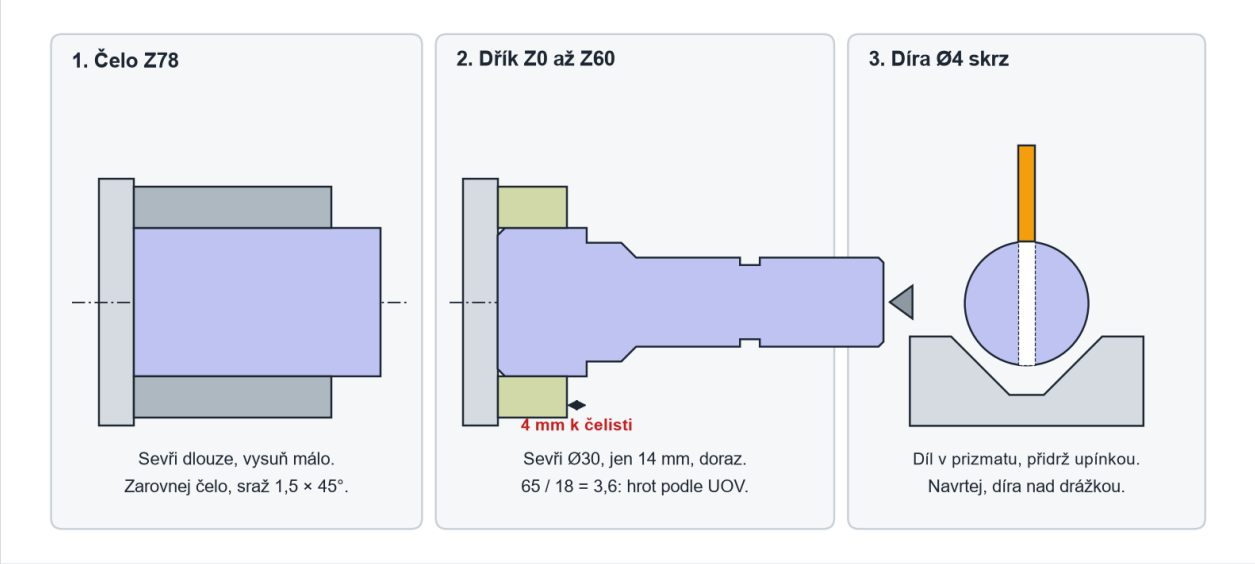
Obr. 12.3 Hřídel č. 3 ve dvou upnutích. Čárkovaně polotovar. Rozměry v milimetrech.

PAMATUJ

Nabízí se i upnutí mezi hroty. Polotovar má ale jen 2 mm přídavek na délku, důlky by na díle zůstaly. Proto o tom rozhoduje UOV. Závit M24 do čelistí nepatří, proto je druhé upnutí za Ø32.

Čep, výkres č. 3: Ø30 × 80, C45

Hotová délka 78 mm. Hlava Ø30 je 18 mm dlouhá. Následuje Ø24, zkosení, Ø18 a zápich Ø15 a konec Ø18. Ve vzdálenosti 12 mm od čela je příčná díra Ø4 skrz. Díl se dělá ve třech upnutích.

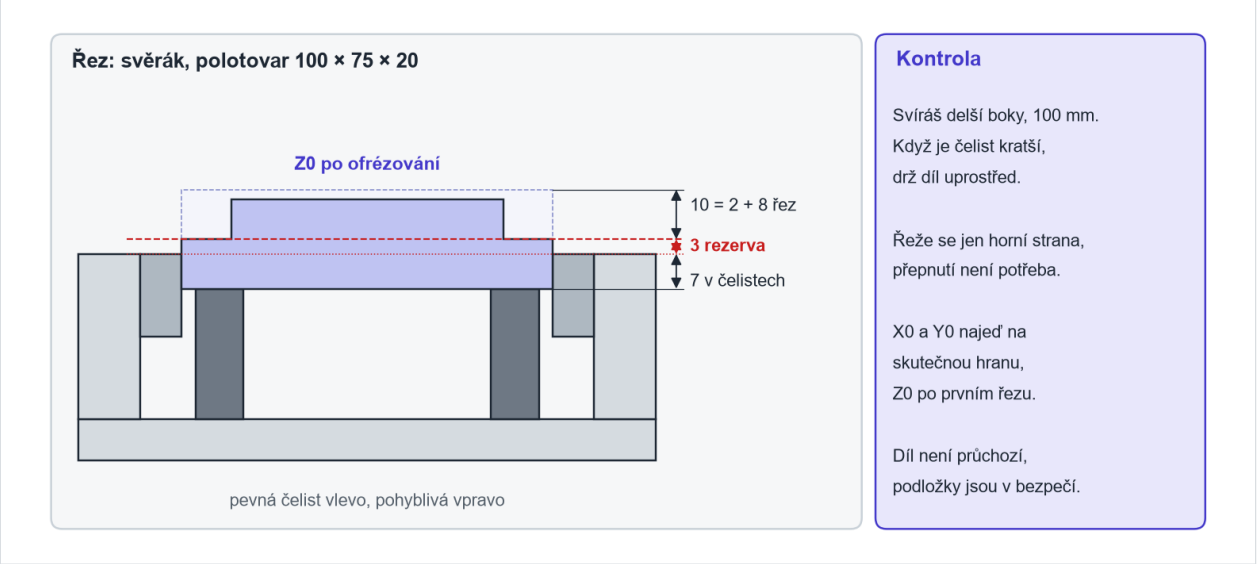


Obr. 12.4 Čep č. 3: soustružení ve dvou upnutích a vrtání v prizmatu.

1. **Upnutí 1:** sevři polotovar dlouze, vysuň málo. Zarovnej čelo Z78, sraž hranu 1,5 × 45°.
2. **Upnutí 2:** otoč díl a sevři hlavu Ø30. Hotové čelo Z78 opři o doraz. Sevření je jen 14 mm a do čelisti zbývá 4 mm. Hlava zůstává z polotovaru, stopy čelistí na ní ale budou vidět. Měkké čelisti je zmenší.
3. Vysunutí je 65 mm a nejmenší průměr v této oblasti Ø18: 65 / 18 = 3,6. Štíhlost je nad 3, proto otočný hrot, když UOV povolí důlek v čele. Jinak jen malé řezy.
4. Obrob Z0 až Z60 směrem od konce k hlavě. Drž malé řezy. Čelist hlídej v programu.
5. **Upnutí 3:** na frézce nebo vrtačce polož Ø18 do prizmatu a přidrž upínkou mimo místo vrtání. Polohu 12 mm ustav od čela Z0.
6. Navrtej, jinak vrták na kulaté ploše uhne. Díra je skrz, proto musí nad drážkou prizmatu projít. Nevrtej do prizmatu.

Frézovaná deska, výkres č. 3: 100 × 75 × 20, S235JR

Horní plocha se ofrézuje o 2 mm na výšku 18 mm. Vznikne na ní křížový ostrůvek o výšce 8 mm. Řez jde po obvodu až k hranám. Boky a spodek jsou z polotovaru. Všechno je na jedné straně, díl se proto nemusí přepínat.

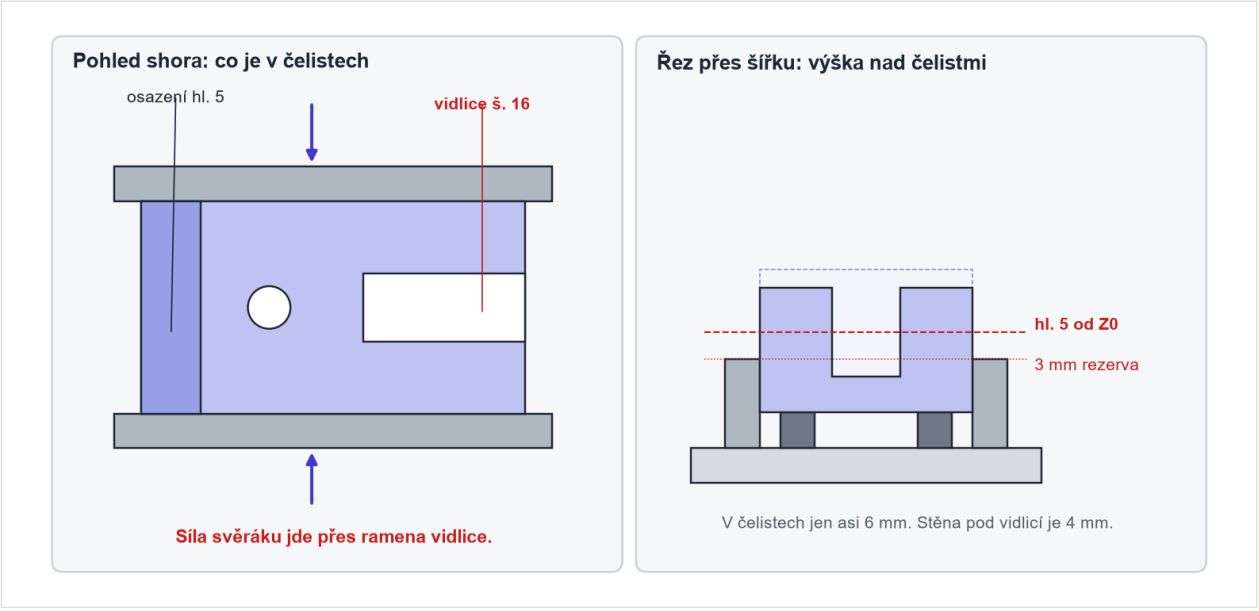


Obr. 12.5 Deska č. 3 ve svěráku. Nejnižší řez je 10 mm pod horní plochou polotovaru. Čelisti končí 3 mm pod ním.

1. Svěrák ustav podle pevné čelisti. Podložky vyber tak, aby bylo v čelistech 7 mm a nad čelistmi 13 mm. Tak fréza nedojede na čelisti a rezerva je kolem 3 mm.
2. Svírej dlouhé boky 100 mm. Díl odjehli. Boky jsou řezané, tříska a otřep je tam nejčastější.
3. Usaď na podložky poklepem, dotáhni klikou, vyzkoušej podložky.
4. Najeď X0 a Y0 na skutečné hrany polotovaru, ne podle čelisti. Y0 může ležet u pohyblivé čelisti, kde se projeví šířka polotovaru.
5. Ofrézuj povrch, nastav Z0 na této ploše a změř výšku 18 mm.
6. Frézuj ostrůvek. Dokud je v čelistech jen 7 mm, jeď přiměřené řezy a řeznou sílu směřuj do pevné čelisti.

Upínka, výkres č. 3: 90 × 50 × 16, S235JR

Polotovar se ofrézuje na výšku 14 mm, boky 90 a 50 zůstávají z polotovaru. Na jednom konci je osazení šířky 14 mm a hloubky 5 mm, uprostřed slepá díra Ø10 hloubky 10 mm a na druhém konci otevřená vidlice šířky 16 mm a hloubky 10 mm.



Obr. 12.6 Upínka č. 3 ve svěráku: co je v čelistech a jaká je výška. Řez uprostřed je vedený vidlicí.

1. Svírej dlouhé boky 90 mm. V čelistech asi 6 mm, nad čelistmi 10 mm. Nejhlubší řez, který dojde k boku, je osazení 5 mm po ofrézování 2 mm.
2. Vidlice a díra k bokům nedosáhnou, proto čelisti neohrozí. Pod vidlicí zůstane 4 mm materiálu a pod dírou také, podložky proto nejsou v dráze.
3. Čelisti tlačí přes ramena vidlice. Dotahuj jen přiměřeně. Po vyfrézování vidlice ramena tlačí k sobě a šířku 16 mm mohou zmenšit.
4. Šířku vidlice změř ještě v upnutí a znovu po povolení. Rozdíl ti řekne, jestli svíráš moc.
5. Pořadí: čelo, osazení, díra a jako poslední vidlice. Tak zůstane díl co nejdéle tuhý.

CO SI ZAPAMATOVAT

- Začni otázkami, pak teprve vezmi klíč.
- Rozbor vychází z výkresu: základny, přídavek, co je souosé, kam jede nástroj.
- Důlek, který na výkrese není, musí povolit UOV.
- Sevření a vysunutí si spočítej předem.

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ

13 Cvičení a test

Výpočty, rozbory situací a test s 24 otázkami. Řešení je až v další kapitole.

Nejdřív počítej a přemýšlej sám. Řešení je v kapitole 14. Tady nejde o pamatování čísel. Jde o to, abys u stroje věděl proč.

Výpočty

1. Obrobek Ø40 je vysunutý 100 mm. Spočítej L / D. Stačí podle školního vodítka samotné sklíčidlo?
2. Obrobek Ø20 je vysunutý 90 mm. Spočítej L / D a řekni, co použiješ.
3. Hřídel Ø16 je vysunutá 200 mm. Spočítej L / D a řekni, co použiješ.
4. Upínka: tah šroubu 12 kN, a = 20 mm, b = 40 mm. Jaká síla jde na díl a jaká do podpěry?
5. Stejná upínka, ale a = 40 mm a b = 20 mm. Jaká síla jde na díl?
6. Díl je vysoký 40 mm, hloubka vnějšího osazení je 12 mm, čelisti svěráku mají výšku 50 mm. Jak vysoký má být díl nad čelistmi a jaká podložka? Počítej s rezervou 3 mm a s dosedem podložek na dno svěráku.
7. Úchylkoměr ukazuje za otáčku rozdíl 0,24 mm. O kolik je díl mimo osu a jak ho budeš posouvat?
8. Chceš vyosení e = 2,5 mm. Kolik musí ukázat úchylkoměr za jednu otáčku?
9. Otáčky se zvýší z 800 na 1 600 ot/min. Kolikrát vzroste odstředivá síla na čelisti?
10. Vyložení frézy se prodlouží ze 40 na 60 mm. Kolikrát naroste ohyb při stejné síle?
11. Kleština má díru dlouhou 30 mm. Jak hluboko musí být nejméně stopka?
12. Podtlakový stůl: díl 200 × 100 mm a podtlak 60 kPa. Jaká je síla, kterou tlak přitlačí díl?

Rozbor situací

13. Žák upnul díl přímo na dno svěráku a nechal klíč na stole. Pustil stroj a podíval se až při řezu. Vyjmenuj chyby a jak je opravit.
14. Pouzdro s tenkou stěnou změřilo 40,00 mm v upnutí, po povolení má jinde 40,06 a jinde 39,96 mm. Co se stalo a co s tím?
15. Po přepnutí je Ø30 mimo osu o 0,20 mm. Co všechno můžeš zkusit?
16. Dlouhá deska 400 mm drží jen na jedné upínce uprostřed. Fréza jede po kraji. Co navrhneš?

17. Na díl s hotovým závitem chce spolužák nasadit tvrdé čelisti, aby to rychle soustružil. Co mu poradíš?

Test

U každé otázky je právě jedna odpověď správná.

1. **Kolik stupňů volnosti má volné těleso?**
   a) 3 b) 6 c) 12
2. **Co říká princip 3-2-1?**
   a) Tři upínky, dva šrouby, jeden doraz b) Šest bodů určí polohu dílu: 3 na hlavní ploše, 2 na vedlejší, 1 na konci c) Díl je ve třech fázích
3. **Upínací síla má díl**
   a) přitlačit na opěrné plochy b) zvednout z opor c) prohnout, aby se držel
4. **K čemu je čtyřčelisťové sklíčidlo nejvhodnější?**
   a) Sérii kulatin b) Čtyřhranu a přesnému vyrovnání c) Rychlému upínání tyčí
5. **Kdy se použijí měkké čelisti?**
   a) Při hrubování polotovaru b) Na hotový povrch a přepnutí c) Jen na hliník
6. **Podle školního vodítka obrobek vysunutý nad 3 D**
   a) stačí pevněji sevřít b) podepřeš koníkem c) vždy vyrábíš na frézce
7. **Dvojnásobné otáčky znamenají odstředivou sílu**
   a) stejnou b) dvojnásobnou c) čtyřnásobnou
8. **Klíč od sklíčidla**
   a) může zůstat, když hned pustíš vřeteno b) se nepouští, dokud není na svém místě c) stačí vytáhnout, když je sklíčidlo velké
9. **K čemu je středicí důlek?**
   a) Na mazání ložisek b) Hrot v něm dosedá a vede osu c) Ozdoba čela
10. **Ramena pevné lunety**
    a) utáhneš klíčem b) přitáhneš prsty a zajistíš c) necháš volná
11. **O kolik posuneš díl, když hodinky ukazují rozdíl 0,10 mm?**
    a) 0,10 mm b) 0,05 mm c) 0,20 mm
12. **Díra v tenkém pouzdře se po povolení čelistí změní, protože**
    a) se díl v čelistech deformoval b) nůž je tupý c) je špatné chlazení
13. **Co dělat s podložkami pod dílem po dotažení svěráku?**
    a) Musí se volně hýbat b) Nesmí se dát rukou posunout c) Vytáhnout je ven
14. **Pevná čelist svěráku**
    a) určuje polohu dílu b) se při práci posouvá c) nemá vliv na přesnost

15. **Šroub upínky patří**
    a) co nejblíž k dílu b) co nejblíž k podpěře c) je to jedno

16. **Špička upínky výš než zadní konec**
    a) je v pořádku b) znamená, že upínka drží jen hranou c) zvyšuje sílu na díl

17. **Magnetická deska**
    a) drží i hliník b) drží jen feromagnetické materiály c) nepotřebuje dorazy

18. **Nejmenší zasunutí stopky do kleštiny ER podle výrobce je**
    a) 1/3 díry b) 2/3 díry c) stačí kousek

19. **Do vrtacího sklíčidla frézu**
    a) dáš, když je malá b) nedáváš, boční síla ji uvolní c) dáš, když je krátká

20. **Dvojnásobné vyložení zvětší ohyb**
    a) 2× b) 4× c) 8×

21. **Bezpečná výška na frézce musí být**
    a) nad obrobkem b) nad upínkami a šrouby c) pod čelistmi

22. **Když se obrobek uvolní, první krok je**
    a) chytit ho b) nouzové zastavení c) dotáhnout klíč

23. **Rukavice u rotujícího dílu**
    a) ano, když jsou tenké b) nikdy c) jen při dokončování

24. **Kdo rozhoduje v dílně o tom, jestli je upnutí v pořádku?**
    a) Spolužák b) UOV c) Program stroje

OVĚŘENÍ ZNALOSTÍ

14 Řešení

Výpočty všech cvičení, správné odpovědi v testu a krátké zdůvodnění.

Výpočty

Č.	Výpočet	Výsledek
1	100 / 40	L / D = 2,5. Podle vodítka stačí sklíčidlo, hlídej tenčení dílu.
2	90 / 20	L / D = 4,5. Přidej koník.

Č.	Výpočet	Výsledek
3	200 / 16	L / D = 12,5. Koník a luneta, podle UOV i víc podpěr.
4	12 · 40 / 60 a 12 · 20 / 60	Na díl 8 kN, do podpěry 4 kN.
5	12 · 20 / 60	Na díl jen 4 kN.
6	12 + 3 = 15, 40 − 15 = 25, 50 − 25 = 25	Nad čelistmi 15 mm, v čelistech 25 mm, podložka 25 mm.
7	0,24 / 2	Vyosení 0,12 mm. Posouváš o 0,12 mm.
8	2 · 2,5	Úchylkoměr ukáže 5,0 mm.
9	1 600 / 800 = 2, $2^2 = 4$	Čtyřikrát.
10	60 / 40 = 1,5, $1{,}5^3 = 3{,}375$	Asi 3,4krát.
11	30 · 2/3	Aspoň 20 mm, lépe celá délka.
12	S = 0,2 · 0,1 = 0,02 m², 60 000 · 0,02	F = 1 200 N.

Rozbor situací

Č.	Řešení
13	Chybí podložky a je špatná výška, klíč je na stole, chybí kontrola před spuštěním. Oprava: podložky, klíč pryč, usadit, protočit v hlavě, sledovat první řez a stát u zastavení.
14	Čelisti díl při upnutí deformovaly. Řešení: široké obvodové čelisti, kleština nebo rozpínací trn, menší síla, hrubovat a potom lehce dotáhnout na dokončení.
15	Vyrovnat ve čtyřčelisťovém. Použít měkké čelisti, přejít mezi hroty. Zkontrolovat třísky a stav čelistí.
16	Aspoň dvě upínky blízko konců, opora pod každou, případně doraz proti řezné síle. Dráha frézy musí vést mimo upínky.
17	Závit do tvrdých čelistí nepatří. Použij dělené závitové pouzdro, jiné místo upnutí nebo jiný postup a poraď se s UOV.

Test

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b	b	a	b	b	b	c	b	b	b	b	a

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
b	a	a	b	b	b	b	c	b	b	b	b

TIP

Chyba ve výpočtech? Vrať se ke kapitole 2, 3 nebo 5. Chyba v bezpečnosti nebo v tom, co nikdy nedělat? Přečti si znovu kapitolu 10. Ta je důležitější než všechno ostatní.

15

NA ZÁVĚR

Slovníček a zdroje

Vysvětlení pojmů, použité zdroje a vlastníci obrázků.

Slovníček

Pojem	Vysvětlení	Pojem	Vysvětlení
Dělicí přístroj	přesně natáčí díl o úhel	**Prizma, V-blok**	blok s drážkou tvaru V
Doraz	určuje polohu dílu	**Přepnutí**	obrobek se upne za jinou plochu
Důlek	kuželové vybrání pro hrot, 60°	**Sevření**	délka dílu v čelistech
Excentrické upnutí	úmyslné vyosení dílu	**Srdce**	přenáší otáčení na díl mezi hroty
Hledač hran	najde hranu dílu dotykem	**Technologická základna**	plocha, o kterou se díl opírá
Házení	rozdíl na úchylkoměru za otáčku	**Trn**	drží díl za díru
Hrot	podpírá díl v důlku	**T-drážka**	drážka ve stole pro šrouby
Kámen	matice do T-drážky	**UOV**	učitel odborného výcviku
Kleština	pružné pouzdro, svírá po obvodu	**Unášecí deska**	pohání srdce
Koník	podpírá díl hrotem, nese vrták	**Upínka**	páka, která tlačí díl ke stolu
Lícní deska	deska s drážkami na vřetenu	**Ustavení**	určení polohy dílu

Pojem	Vysvětlení	Pojem	Vysvětlení
Luneta	podpírá díl v délce	**Úhelník**	drží díl kolmo ke stolu
Morse	samosvorný kužel	**Úchylkoměr**	měří rozdíl polohy
Měkké čelisti	nekalené, soustruží se na díl	**Vyložení**	délka nástroje z držáku
Nulový bod W	počátek souřadnic obrobku	**Vysunutí**	délka dílu z čelistí
Podložky	rovnoběžné bloky pod dílem	**Weldon**	stopka s ploškou a šroubem

Zdroje

- Vlastní školní materiály: Teorie odborného výcviku pro 1. a 2. ročník, CNC soustruh a CNC frézka: všeobecné informace. Pojmy a pravidla, vodítko 3 D a 10 D, značky rukavic.
- Výkresy ze školních sad, hřídel č. 3, čep č. 3, deska č. 3, upínka č. 3. Rozměry v rozborech.
- Micky R. Jennings, Introduction to Machining, Wenatchee Valley College, WA Open ProfTech, CC BY 4.0. Kapitoly 9.1, 9.4, 9.5, 9.6, 10.1, 10.4, 10.5, 10.6: https://openwa.pressbooks.pub/intromachining1/. Svěrák, podložky, upínky, koník, luneta, vyrovnání, házení, výměna sklíčidla.
- CADEM Technologies, CNC lathe work holding: thumb rules for quick decisions, https://cadem.com/cnc-turning-work-holding-thumb-rules/. Poměry L / D.
- Lathe Mastery Wikibook, Supporting work, https://jonilsson.github.io/lathe-mastery-wikibook/04-fundamental-operations/04-supporting-work. Důlek, hroty, luneta, zkouška rukou.
- WorkSafe Victoria, Safe use of metal turning lathes, https://worksafe.vic.gov.au/safe-use-metal-turning-lathes. Rizika, klíč, tyč, rukavice, těžká sklíčidla, obrácené čelisti.
- Machinery House, Lathe chuck safety notes, https://images.machineryhouse.com.au/products/C2821/PDF/LATHE%20CHUCK%20-%20SAFETY%20NOTES.pdf. Mez otáček, čtyřčelisťové sklíčidlo.
- Grizzly Industrial, G0746 Additional Safety for Metal Lathes, https://www.manualslib.com/manual/564611/Grizzly-G0746.html?page=18. Klíč, dlouhá tyč, kontrola protočením, těžká sklíčidla.
- Samchully, QJC Instruction Manual, https://www.manualslib.com/manual/2133396/Samchully-Qjc.html?page=16. SMW Autoblok, AP-D, https://www.manualslib.fr/manual/444081/Smw-Autoblok-Ap-D-170.html?page=18. Odstředivá síla, těžké čelisti, nevyvážení, pokles tlaku.
- Fabricating and Metalworking, Grip force repeatability in lathes, https://fabricatingandmetalworking.com/grip-force-repeatability-in-lathes/. Mazání a upínací síla.
Kitagawa, Keep your chuck performing at its best,

https://kitagawa.global/en/articles/post/keep-your-chuck-performing-at-its-best.

- Machinery House, soft-jaw boring ring, https://www.machineryhouse.com.au/print?code=I762. Vysoustružení měkkých čelistí.
- Sherline Products, Mill hold-down set P/N 3012, https://www.mikestools.com/download/Sherline-Instructions/3012inst.pdf. Poloha upínky, přetažení matice.
- Tormach, The beginner's complete guide to machinist vises, https://tormach.com/articles/the-beginners-complete-guide-to-machinist-vises. Výška ve svěráku a měkké čelisti.
- SME, When clamps aren't the answer, https://www.sme.org/technologies/articles/2008/when-clamps-arent-the-answer/. Magnetické a podtlakové upínání.
- Rego-Fix, ER Collet System, https://www.productivity.com/wp-content/uploads/2020/04/Rego-Fix-_ER_System-3-25-20-Interactive.pdf. Montáž kleštiny, větší stopka, zasunutí 2/3.
- SME, How to choose the best toolholding system for your shop, https://www.sme.org/technologies/articles/2020/april/how-to-choose-the-best--toolholding--system-for-your-shop/. Porovnání držáků.
- BIG DAISHOWA, How to find minimum insertion depth, https://bigdaishowa.com/es/node/1345. MariTool, Collet questions, https://www.maritool.com/faq/collet-questions. Wikipedia, Machine taper, https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_taper.
- Modern Machine Shop, Rigid tapping: sometimes you need a little float, https://www.mmsonline.com/articles/rigid-tapping--sometimes-you-need-a-little-float. Řezání závitů.
- TECWERK, Axial tool holder C1 DIN 69880 VDI30, https://www.nordwest-tecwerk.com/en/products/clamping-devices/tool-holders-for-cnc-lathes/vdi-tool-holder/axial-tool-holders/axial-tool-holder-c1-din-69880-right-tecwerk. VDI.
- CNCCookbook, Handy tool: expanding mandrels for turning, https://www.cnccookbook.com/handy-tool-expanding-mandrels-turning. Zintilon, CNC workholding for thin-walled parts, https://www.zintilon.com/blog/cnc-workholding-for-thin-walled-parts/. Tenkostěnné díly a trny.
- Vyhláška č. 180/2015 Sb., § 5, https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-180. Limity ruční manipulace mladistvých.
- LearnMech, 3-2-1 principle, https://learnmech.com/3-2-1-principle-used-for-jig-and-fixture-locating-method. FARO, Use of datum targets, https://www.faro.com/en/Resource-Library/Article/gd-t-in-automotive-assembly-use-of-datum-targets-for-precision-location-of-large-surfaces. Princip 3-2-1 a opory.
- Skutečné obrázky mají vlastníka pod obrázkem a v tabulce níže. Schémata bez uvedeného vlastníka jsou vlastní zpracování. Fyzikální výpočty páky, odstředivé síly, ohybu a tlaku jsou vlastní.

Kde	Vlastník a zdroj obrázku
Obálka	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThreeJawChuckKey.jpg
Obálka	Střední odborná škola - Frýdek-Místek, web sosfm.cz, stránka oboru Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů, galerie
Obr. 2.1 vlevo	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ThreeJawChuckKey.jpg
Obr. 2.1 vpravo	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FourJawChuckIndependent.jpg
Obr. 2.7, 5.2, 12.2	Střední odborná škola - Frýdek-Místek, web sosfm.cz, stránka oboru Obráběč kovů se zaměřením na obsluhu CNC strojů, galerie
Obr. 3.3	David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lathe_Dog_in_Use.jpg
Obr. 3.4	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CenterLiveDead.jpg
Obr. 3.6	David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Turning_on_a_Mandrel.jpg
Obr. 3.8 vlevo	Stahlkocher, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lünette_Drehmaschine.jpg
Obr. 3.8 vpravo	RichterLünetten, původní nahrání na německou Wikipedii, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.0 de, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luenette_mit_klappbarem_oberteil.jpg
Obr. 6.1 vlevo	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 2.5, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IndexingHead-Tailstock.jpg
Obr. 6.1 vpravo	David English, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotary_Table_in_Use.jpg
Obr. 7.1	Aweber4418, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ER_Collet.jpg
Obr. 7.5	Glenn McKechnie, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MoriSeiki-examples.jpg
Obr. 9.1	Solaris2006, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dial_Gauge_Puppitast.jpg
Obr. 9.2	Robert Hewitt, Wikimedia Commons, licence CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edge_Finder_2.png

PAMATUJ

Tento materiál vysvětluje obecné zásady a nenahrazuje školení, návod ke stroji, sklíčidlu a upínači ani pokyny UOV. Hodnoty a možnosti vždy ověř na konkrétním stroji. Obrázky jsou použité podle licencí uvedených u každého z nich a patří svým vlastníkům.